

MEDIS
TÜBINGEN
1967
V
Aus der Hautklinik der Universität Tübingen

Direktor: Professor Dr. med. Wilhelm Schneider

Perspiratio insensibilis und Perspiratio sensibilis
beim Gesunden, bei verschiedenen Hautkrankheiten
und unter externer und interner Therapie

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorsgrades
der Medizin
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
Walter Fröschner
aus Biberach an der Riß

1967

8989

LANE MEDICAL LIBRARY OF
STANFORD UNIVERSITY
300 PASTEUR
PALO ALTO, CALIFORNIA



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA40153517_0165

Aus der Hautklinik der Universität Tübingen

Direktor: Professor Dr. med. Wilhelm Schneider

Perspiratio insensibilis und Perspiratio sensibilis
beim Gesunden, bei verschiedenen Hautkrankheiten
und unter externer und interner Therapie

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorsgrades
der Medizin
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
Walter Fröscher
aus Biberach an der Riß

1967

Dekan: Professor Dr. F. Lembeck

1. Berichterstatter: Dozent Dr. H. Tronnier
2. Berichterstatter: Professor Dr. W. Schneider

INHALTSÜBERSICHT

	Seite
I. Einleitung	1
II. Anatomische Grundlagen	3
III. Physiologie der Hautwasserabgabe	6
IV. Methoden zur Messung der Perspiratio insensibilis und der Perspiratio sensibilis	24
V. Eigene Untersuchungen	33
Meßmethode nach TRONNIER, BUSSIUS und VOLLBRECHT unter Verwendung von El-Tronics-Elementen	33
Eichung	38
Durchführung der Messungen	47
Ergebnisse	55
Besprechung der Ergebnisse im Einzelnen	59
VI. Zusammenfassung	82
VII. Literatur	86

Einleitung:

Die menschliche Haut gibt durch Diffusion und aktive Sekretion Schweiß und Wasserdampf an ihre Umgebung ab; die Höhe dieser Hautwasserabgabe (HWA) zeigt ausgeprägte individuelle Unterschiede und wird durch viele physiologische Faktoren beeinflusst; dennoch ist bei vielen Hautkrankheiten zumindest eine durchschnittliche Abweichung von einem Normalbereich erkennbar (siehe Zusammenstellung von HOLZMANN, KORTING und OEHMICHEN, 86).

Die eigenen Untersuchungen dienten der Feststellung und Messung

1. solcher Abweichungen von der Norm bei einer Reihe von Hautkrankheiten, insbesondere bei den verschiedenen Ekzemformen und der Psoriasis;
2. der therapeutischen Beeinflussbarkeit der HWA;
3. den Veränderungen der HWA im Verlauf der Behandlung.

Die Messungen erfolgten mit einem von TRONNIER et al. (217) sowie BLANK et al. (18, 161) angegebenen Verfahren zur elektrischen Feuchtigkeitsbestimmung.

Da die Wasserdampf-Diffusion und die Schweißsekretion von unterschiedlichen anatomischen und physiologischen Gegebenheiten abhängen, sind sie durch Krankheit oder Medikamente auch verschieden beeinflussbar; sie wurden deshalb getrennt untersucht als "Perspiratio insensibilis" (PI) und "Perspiratio sensibilis" (PS).

Geschichtliche Einleitung:

Aus zweieinhalb Jahrtausenden besitzen wir Abhandlungen über die Perspiratio. In der Medizin der Antike wurde darunter das "Aushauchen" von Gasen und unsichtbaren Dämpfen, nicht nur des reinen Wasserdampfes, verstanden. Die Schweißsekretion wurde zumeist sorgfältig davon abgetrennt. In der Neuzeit gingen die Meinungen in dieser Frage weit auseinander. Perspiratio und Schweißsekretion wurden teils als verwandte, teils als unabhängige und selbst als gegensätzliche Vorgänge aufgefaßt (158). Heute bezeichnet man als Perspiratio cutanea ganz allgemein den Wasser- und Wasserdampf-Austausch über die Haut zwischen dem menschlichen Organismus und seiner Umwelt.

Einer der frühesten bekannten Beschreiber der Perspiratio ist EMPEDOKLES VON AGRIGENT (490 - 430 v.Chr) (44). Nach ihm werden vom Körper unsichtbare Dämpfe ausgepreßt oder in ihn hineingezogen (158); der Schweiß entsteht durch Zerschmelzen des Blutes (44). Ein anderes, seit den Zeiten des HIPPOKRATES (460 - 377 v.Chr.) bestehendes Dogma besagte, daß der Schweiß durch Kondensation von Wasserdampf entstehe, der von der warmen Haut aufsteige (158). Gestörte Perspiratio und Schweißbildung wurden als Ursache vieler Krankheiten, so der "lichenes", der Lepra und der "Weggeschwüre" bei großen Märschen betrachtet (208). CELSUS (ca. 3 v.Chr. - 64 n.Chr.) (32) macht den Schweiß für die Bildung einer Art der pustulae verantwortlich. KRITON (an der Wende des I. Jahrhunderts) (109) gibt in seinen "Kosmetika" Salben gegen übermäßigen Schweiß der Achselhöhlen an! Für GALEN (130 - ca. 199 n.Chr.) (54) ist das Vorhandensein einer unsichtbaren Perspiratio Ausdruck der Gesundheit des Organismus. Wird die Ausstrahlung dieses feinen Dunstes behindert, so kommt es zur Krankheit; Krankheitslehre und Therapie wurden von dieser Ansicht bis ins 18. Jahrhundert mitbestimmt; das Mittelalter trug nichts Neues dazu bei. Erst das Experiment des SANTORIO (= SANCTORIUS) AUS CAPO D'ISTRIA (geb. 1561) (168) wird zum Auftakt einer Vielzahl von Untersuchungen und Abhandlungen über die Perspiratio. Über 30 Jahre lang soll er fast ständig auf einer Waage gelebt haben. Er wog die aufgenommene Nahrung und die Ausscheidungen durch Darm und Niere; die Differenz hielt er für die Perspiratio. Quantitativ trennte er in seinen Versuchen nicht zwischen Schweiß und Perspiratio, vertrat aber die These, der Schweiß unterdrücke die Perspiratio. In seiner "Ars de statica medicina" heißt es: "Alle Gesundheit nimmt ihren Ursprung von der Förderung der Perspiratio, alle Krankheit von ihrer Behinderung". (Lehre von der Perspiratio impedita, siehe GALEN!). Diese Lehre von der Perspiratio impedita war bis ins 19. Jahrhundert von großer Wichtigkeit. MALPIGHI (1628-1694) (129) betrachtet die wahrscheinlich von NIELS STENSEN (196) entdeckten "glandulae miliares" (Schweißdrüsen) als Quellen der transpiratio sensibilis und insensibilis. LAVOISIER und SEGUIN (113) gelang es im Jahre 1790, die respiratorische Komponente der Perspiratio (insensibilis) quantitativ von der cutanen Komponente zu trennen.

Anatomie:

Die Hautwasserabgabe (HWA) erfolgt auf zwei Wegen:

- a.) transepidermal durch Diffusion
- b.) durch Schweißsekretion.

ad a.)

Die Wasserdampfabgabe von der Körperoberfläche aus beträgt nur etwa 1/20 der Verdunstung von einer freien Wasseroberfläche (71). Verantwortlich dafür ist die basale Schicht des stratum corneum, das stratum conjunctum (204). Diese etwa 20 μ dicke Membran besteht aus zwei bis drei Hornzellagen. Sie liegt lückenlos auf dem stratum granulosum ausgebreitet. Bei der Ausübung ihrer Funktion, die übermäßige Verdunstung und das Eindringen des Wassers von außen in den Körper zu hemmen, spielen spezielle, in der Barriere selbst gelegene Lipide eine entscheidende Rolle. Der Verlust der Lipide hat die Aufhebung der Barriere zur Folge (205). Nach HERRMANN et al. (82) sind diese Lipide in Form von Emulsionen in den Barriere-Depots gelagert. Diese Depots liegen in oder dicht unterhalb der Barriere an der Grenze zu den feuchten Zellagern des stratum granulosum (203). Die Lipide machen nur 2 % der Inhaltsstoffe der Barriere aus; sie entstehen im Zusammenhang mit der Verhornung (204) und setzen sich zu 90 % aus Cholesterin zusammen (128). Die Skleroproteine, die 98 % der Barriere ausmachen (204), sind nur ein Rahmenwerk für die Lipide (128). PINSON (149) nimmt noch eine zweite Wasser-Barriere in der Cutis an, die mit deren Blutgefäßen zusammenhänge, da Vasokonstriktion die Permeation verlangsamt. Der Wassergehalt der Haut ist mit etwa 72 % in den tiefen Epidermisanteilen am höchsten (214). Entfernt man die Barriere, so ist die Wasserverdunstung vom stratum granulosum aus fast so hoch wie von einer freien Wasseroberfläche (136). Im oberflächlichsten Teil der Epidermis, dem stratum corneum disjunctum, das einen aufgelockerten, zerrissenen, schuppigen Aufbau aufweist (205), nimmt der Wassergehalt bis auf 2 % ab. Die Barrierschicht hat die größten Variationsbereiche im Wasseraufnahmevermögen, mit Werten zwischen 10 % und nahezu 50 % (214).

ad b.)

Der zweite Weg der HWA geht vorwiegend über die ekkrinen, aber auch die apokrinen Schweißdrüsen.

Verteilungsmuster der ekkrinen Schweißdrüsen

Die 2 Millionen (198) bis 2,4 Millionen (110) ekkrinen Schweißdrüsen sind über den ganzen Körper verteilt, mit Ausnahme der Lippen, des Nagelbettes, der Glans penis und des Praeputiums (48). Für einzelne Körperstellen werden folgende Zahlen angegeben (198):

Ellenbeuge	751/cm ²	Brust	155-250/cm ²
Handteller	373/cm ²	Innenseite d. Unterarms	157/cm ²

(48)

Trotz dieser beträchtlichen Unterschiede konnte SCHMID (172) bei der Untersuchung der Schweißsekretion nach Pilocarpin an 60 - 70 über den ganzen Körper verteilten Stellen nur geringe Intensitätsunterschiede der Schweißsekretion feststellen. In der Ellenbeuge fielen die Schweißtests immerhin stärker aus als an der Streckseite des Unterarms.

Die Zahl der Schweißdrüsen (insgesamt und lokal) schwankt von Individuum zu Individuum stark. Sie ist vom Alter unabhängig (14).

Bau der ekkrinen Schweißdrüsen (12)

Die Schweißdrüsen sind unverzweigte lange Epithelschläuche, deren Endabschnitte sich in den oberflächigen Lagen der Tela subcutanea zu einem Knäuel von 0,3 - 1,4 mm Durchmesser aufwickeln. Ihre Ausführungsgänge münden auf den Kuppen der Hautleisten. Die Wandung des sekretbereitenden, geknäuelten Schlauchabschnittes wird von einem einschichtigen bis mehrschichtigen kubisch-zylindrischen Epithel gebildet. Zwischen der Basalmembran des Epithels und den Fußabschnitten der Drüsenzellen liegt eine diskontinuierliche Schicht glatter Muskelzellen, die Myoepithelzellen. Sie umziehen die Schläuche in steilen Spiraltouren. Der Ausführungsgang beginnt noch innerhalb des Knäuels. Das Lumen dieses Ductus sudorifer wird von einem zweischichtigen Epithel ausgekleidet. Der Endabschnitt des Ganges tritt an der Basis der Epidermis in einen Epithelkamm ein und durchzieht die ganze Dicke der Keim- und Hornschicht in korkzieherartigen Windungen. Seine Wandung wird durch die Epidermiszellen gebildet, welche die Lichtung gegen das System der Interzellulärspalten

der Keimschicht abdichten. An der Oberfläche der Schweißdrüsen breitet sich ein dichtes Gespinnst von Blut-Kapillaren aus, das aus besonderen Zweigen der Hautarterien hervorgeht.

LOEWENTHAL (118) fand an der Stelle des Übergangs des sekretorischen Drüsenanteils in den Ausführungsgang eine kontraktile Ampulle.

Alterung der Schweißdrüsen (14)

Zytologisch sind in den Drüsenkonvoluten keine grundsätzlichen Unterschiede in den verschiedenen Altersstufen bemerkbar. Die Myoepithelien können im Alter kollagenisieren, die Basalmembranen in die Alterselastose mit einbezogen werden. Zu einer Atrophie der Schweißdrüsen kommt es in sehr hohem Alter oder im Verlauf von konsumierenden Erkrankungen.

Innervation

Die Innervation der Schweißdrüsen erfolgt durch Fasern, die morphologisch an das System des Sympathicus angelehnt sind. Diese Fasern ziehen vom Grenzstrang aus mit gemischten Nerven zur Peripherie (95, 171). Die Endformation besteht aus einem zarten Flechtwerk markloser Fäserchen (12). Der Überträgerstoff ist cholinergischer Natur. Alle physiologischen, zentrogenen Reize (thermoregulatorische und emotionelle) werden auf diesem Wege und auf diese Weise vermittelt (171). Eine Organautomatie wie bei phylogenetisch alten Systemen (Darmtrakt, Herz, Uterus) gibt es bei dieser phylogenetisch jüngsten Errungenschaft eines ubiquitären ekkrinen Schweißdrüsensystems nicht (171).

Die Tatsache, daß die ekkrinen Schweißdrüsen wahrscheinlich ausschließlich von cholinergischen nervösen Endformationen umspunnen werden, konnte durch den ganz auffallenden Reichtum an spezifischer Cholinesterase in den Endnetzen, welche die Drüsen umgeben, bewiesen werden (212). Substanzen, die das adrenergische System zu hemmen vermögen, können das spontane emotionelle oder thermoregulatorische Schwitzen nicht unterdrücken, wohl aber ist dies möglich durch Atropin und verwandte Stoffe. Adrenergische Reize bewirken mittels adrenergischen Fäserchen, welche die Ausführungsgänge zu umspinnen scheinen, nur ein Auspressen eines vorher bereits in Reserve gestellten Schweißtröpfchens. Es ist wahrscheinlich, daß es sich um eine Adrenalinwirkung auf die myoepithelialen Elemente handelt. Dementsprechend tritt dieses Schwitzen besonders in Situationen auf, die mit

einer allgemeinen Sympathicuserregung einhergehen, wobei vor allem eine Beeinflussung durch Adrenalin auf dem Blutwege möglich ist (24). In den cholinergischen Fasern verlaufen die Reizimpulse in Rhythmen, die ein größeres Drüsenareal gleichzeitig versorgen. Die Periodizität der Entleerungsimpulse wird mit steigender Beanspruchung der Schweißdrüsen kurzfristiger (198).

Physiologie der Hautwasserabgabe (HWA)

Die Hautwasserabgabe setzt sich zusammen aus der Perspiratio sensibilis und der Perspiratio insensibilis. Wird das Sekretionsprodukt der Schweißdrüsen in kondensierter Form als Tröpfchen auf der Hautoberfläche vorgefunden, so spricht man von Perspiratio sensibilis (oder Transpiration) = PS. Verdampft das Wasser, so daß es auf der Hautoberfläche nicht sichtbar ist, so wird das als Perspiratio insensibilis (cutanea) = PI bezeichnet (200). Streng genommen versteht man darunter den gesamten unsichtbaren Gewichtsverlust der Körpers. Dieser Gewichtsverlust setzt sich zusammen aus dem unsichtbaren Wasserverlust durch die Atemwege und die Haut und der CO_2 -Ausscheidung durch diese Organe, vermindert um deren O_2 -Aufnahme. Es wäre deshalb besser, von "unsichtbarer Hautwasserabgabe" zu reden, wenn die reine Wasserdampfabgabe der Haut bezeichnet werden soll (89).

Die Perspiratio sensibilis, das nasse, sicht- und fühlbare Schwitzen (175), setzt mit steigender Umgebungstemperatur allmählich ein, um bei Erreichen einer bestimmten Temperatur sprunghaft anzusteigen. Die Höhe dieser Temperatur wird von den einzelnen Autoren verschieden angegeben. Die Werte schwanken zwischen 29°C und 34°C Umgebungstemperatur.

Autor	Jahr der Veröffentlichung	Umgebungs-Temperatur	Haut-Temperatur
LOEWY und WECHSELNANN (121)	1911	30°C	34,5°C 34,4°C entkleidete Vers.Pers.
SCHWENKENBECHER (181)	1913	30°-34°C	
WINSLOW et al. (223)	1939		
WHITEHOUSE et al. (222)	1942	31°C	
BENJAMIN (16)	1953	29°C	
ROTHMAN (164)	1955	31°-32°C	
ZÖLLNER et al. (225, 226)	1955	33°-35°C	
WEBB et al. (221)	1957	33°C	34,8°C
ASCHOFF (9)	1958	31°C	
REIN-SCHNEIDER (157) Lehrbuch der Physiologie	1964	29°C	
STÜTTGEN (198) Lehrbuch der Pathologischen Physiologie der Haut	1965	31°C	

Tabelle 1: Außen- und Hauttemperatur, bei welcher das sichtbare Schwitzen einsetzt (kritischer Temperaturpunkt).

Für das Einsetzen einer sichtbaren Schweißsekretion neben der Umgebungs- und Hauttemperatur ist die Kerntemperatur von Bedeutung. Steigt die Kerntemperatur um $0,1^{\circ}\text{C}$ bis $0,2^{\circ}\text{C}$ über das normale Maß hinaus, so setzt die Schweißsekretion ein. Dabei kommt es nicht nur auf die absolute Höhe der Kerntemperatur an, sondern auch auf die Geschwindigkeit des Anstieges (4, 115). Wegen ihrer Verschiedenheit sollen die PI und die PS nun gesondert betrachtet werden.

Perspiratio insensibilis

Bis heute besteht keine volle Klarheit darüber, ob die PI unabhängig von den Schweißdrüsen existiert und ob sie ein rein physikalischer oder ein physiologisch gesteuerter Vorgang ist (89). Zumeist wird sie heute als Summe eines transepidermalen Wasserverlustes sowie einer insensiblen Schweißausscheidung betrachtet. Das Verhältnis zwischen diesen beiden Komponenten ist wechselnd (164). Wenn die Vp aktiv oder aufgeregt ist, so überwiegt die insensible Schweißausscheidung, bei vollkommener Ruhe der transepidermale Wasserverlust (211), der durch Diffusion von Wasserdampf durch die gesamte Haut und wahrscheinlich auch über das Epithel der Schweißdrüsen-Ausführungsgänge zustande kommt (214). Nach MALI (128) macht der transepidermale Wasserverlust nur 20 % des insensiblen Wasserverlustes der lebenden Haut aus, 80 % diffundieren durch die Schweißdrüsen-Ausführungsgänge. Der Wassertransport durch die Schweißdrüsen-Kanäle soll nach HERRMANN et al. (245) jedoch dadurch erschwert oder unmöglich gemacht werden, daß die Schweißdrüsengänge während der Permeation abgeschnürt werden infolge der Schwellung des stratum conjunctum durch Wasseransammlung. Durch Messungen an den schweißdrüsenlosen Finger- und Fußnägeln wurde eine von den Schweißdrüsen unabhängige PI nachgewiesen (89). SCHOELMERICH und HILDEBRANDT (176) nehmen eine regionär unterschiedliche Beteiligung von glandulärer und extraglandulärer HWA an der PI an (an den Händen z.B. überwiegt der glanduläre, an der Stirne der extraglanduläre Anteil). FELSHER und ROTHMAN (47) führen einen Teil der PI auf das Wasser zurück, das beim Verhornungsvorgang durch Dehydration der Epithelzellen frei wird.

Die PI kommt zustande durch aktive Sekretion der Schweißdrüsen und anschließende Verdunstung:	Die PI kommt im wesentlichen durch passive physikalische Diffusion zustande. Der (eventuelle) sekretorische Anteil ist gering:	Die Schweißdrüsen tragen nicht (zumindest nicht aktiv) zur PI bei:
SCHWENKENBECHER, 1908 und 1925 (181, 182) "Die Schweißsekretion nimmt normalerweise ständig teil an der insensiblen HWA und hat unter deren Komponenten zumeist oder wenigstens oft die Führung". (1926 teilweise demontiert; 183) GALEOTTI u. MACRI 1915 (55) JÜRGENSEN 1924 (93, 92) MOOG 1924 (139) KLAPPICH 1938 (101)	MOOG 1926 (140) KAUFMANN u. LÜTCKE 1955 (98) ROTHMAN * 1955 (164) HEERD u. OHARA 1960 (72) HOLZMANN et al. 1961 (86) ONKEN u. MOYER 1963 (147) *nach ROTHMAN beträgt der sekretorische Anteil ca. 10 % der gesamten PI	LOEWY 1914 (119) 1925 (120) (untersuchte drei schweißdrüsenlose Personen) BÜTTNER 1953 (31) BREBNER et al. 1956 (23) SODEMAN 1956 (193) ROSENBERG et al. 1962 (161): "Der konstante stetige Wasserdampfverlust hatte keine Beziehung zu der ekkrinen Funktion und unterschied sich nicht von den Werten, die bei funktionell oder anatomisch anhidrotischen Personen gefunden wurden".

Tabelle 2: Übersicht über einige Ergebnisse und Stellungnahmen zum Mechanismus der PI.

Nachdem die Mehrzahl der neueren Autoren die PI im wesentlichen für einen Diffusionsvorgang halten, sollen diejenigen Faktoren betrachtet werden, von denen dieser Diffusionsvorgang durch die Haut und die Aufnahme des diffundierten Wasserdampfes durch die Luft abhängig sind.

Bei normaler Feuchte und Temperatur der Luft (im Indifferenzbereich) beträgt die cutane Wasserdampfabgabe für den nicht-schwitzenden, nüchternen, nackten, ca. 70 kg schweren Menschen etwa 600 g (500 - 700 g) pro Tag (181, 110, 71). Das sind 20-25 % des Gesamt-Wasserumsatzes eines Tages (71). Zwar diffundiert der Wasserdampf ebenso aus der Atmosphäre durch die Haut in den Körper hinein ("negative perspiratio insensibilis") wie aus der Interzellular-Flüssigkeit nach außen (71, 149, 31, 211, 178, 214), jedoch ergibt sich für den Körper eine negative Bilanz auf Grund der Dampfdruckdifferenz zwischen innen und außen. Subcutan herrscht Sättigungs-Dampfdruck bei Hauttemperatur, während über der Körper-Oberfläche entsprechend der geringeren Lufttemperatur und Luftfeuchte der Wasserdampfdruck wesentlich niedriger liegt. Dieses Dampfdruckgefälle ist die treibende Kraft der PI (71, 225). Dank der Wasserbarriere als Hauptdiffusionswiderstand beträgt die Wasserdampfabgabe von der Körperoberfläche trotz des hohen Dampfdruckgefälles nur etwa 1/20 der Verdunstung von einer freien Wasseroberfläche (s.o.) (71).

Nach ZOELLNER, THAUER und KAUFMANN (226) ist die Hautwasserverdampfung eine Potenzfunktion der Differenz zwischen dem Sättigungsdruck bei Hauttemperatur (dieser Druck entspricht ungefähr dem Dampfdruck der Körperflüssigkeit an der Wasserbarriere (74) und beträgt ungefähr 20 mm Hg (45)) und dem Wasserdampfdruck der umgebenden Luft. Bei konstanten Hauttemperaturen sinkt die HWA im thermoindifferenten Bereich mit steigendem Wasserdampfdruck der Luft (225), er steigt mit sinkendem Wasserdampfdruck der Luft (226, 207, 123).

Der Einfluß der relativen Luftfeuchtigkeit auf die Wasserdampf-abgabe wird gedämpft durch die Abhängigkeit der Wasserdurchgangszahl der Haut von der relativen Luftfeuchtigkeit. Die Wasserdurchgangszahl nimmt mit sinkender Dampfdruckdifferenz zu, entsprechend einer gleichzeitigen Zunahme der Rektaltemperatur. Damit wird der Wasserverlust durch die Haut bei niedriger

relativer Feuchtigkeit der Luft eingeschränkt, bei hoher relativer Feuchtigkeit begünstigt (226, 124). Bei feuchtigkeitsgesättigter Luft ist eine Wasserdampfabgabe dann möglich, wenn die Hauttemperatur höher ist als die Umgebungstemperatur (157), denn wenn der Wasserdampfdruck der Luft gleich dem Wasserdampfdruck der Haut ist, wird die Richtung der Dampfdiffusion durch die Temperatur der beiden Medien bestimmt; das wärmere Medium gibt in diesem Falle Wasser ab (214).

Auch die anatomischen Verhältnisse (außer der bereits genannten Wasserbarriere) beeinflussen das Dampfdruckgefälle (6, 211, 214). Bei dünner Epidermis ist das Gefälle zwischen dem hohen Wassergehalt der tiefen Schichten und dem geringen der Epidermis steiler als bei einer dicken Epidermis, woraus ein höherer Wasserdampfdruck an der Oberfläche resultiert, weil ein steileres Gefälle auf einen rascheren Durchfluß abzielt (214).

An der Fußsohle ist die Barriermembran so dick, daß der trans-epidermale Wassertransport nach MALI (128) hier keine Rolle spielt.

Im thermoindifferenten Temperaturbereich steigt die HWA bei gleichbleibendem Wasserdampfdruck und zunehmender Hauttemperatur zunächst mit sehr flachem Gradienten an; der Steilanstieg tritt ein mit Erreichen der kritischen Hauttemperatur von ca. 35°C (225). Auch BREBNER et al. (23) und STAUDT (195) fanden bei einer Hyperaemie keine auffällige Erhöhung der PI. PINSON et al. (150) stellte für jeden Anstieg der Umgebungstemperatur um 10°C eine Verdoppelung des insensiblen Wasserverlustes fest. Zu ähnlichen Ergebnissen kamen schon GALEOTTI und MACRI (55).

Die bisher angeführten Gesetzmäßigkeiten galten für den Indifferenzbereich. Oberhalb dieses Bereichs nimmt der gesamte insensible Gewichtsverlust durch Abnahme des Diffusions-Widerstandes erheblich zu und läßt eine klare Zuordnung zum Wasserdampfdruck der umgebenden Luft vermissen (224, 31). Bei einer Hauttemperatur von 35°C sind der Wasserverlust durch Schwitzen und der Wasserverlust durch Diffusion fast gleich groß (31).

Die Bedeutung der Hautdurchblutung für die PI ist noch problematisch. Einerseits wurde eine künstliche Hyperaemie der Haut erzeugt, um die Abhängigkeit der PI von der Hauttemperatur zu studieren (139), andererseits fanden OHARA et al. (146), daß die periphere Durchblutung die Höhe der PI zwar beeinflussen kann, daß dieser Effekt jedoch nicht durch eine Änderung der Hauttemperatur zustande kommt.

Nach BETZ (17) verlaufen bei Raumtemperaturen von 15 - 20°C periphere Durchblutung und HWA parallel. THIELE und SCHUTTER (211) konnten bei maximaler Blutgefäßerweiterung mittels einer subcutanen Injektion mit Histamin keine Beeinflussung des Wasserdampftransportes feststellen. MOOG (139) fand dagegen als Folge einer aktiven Hyperaemie eine Steigerung der PI.

Einen sicheren Einfluß auf die Höhe der PI übt die Windgeschwindigkeit aus (29); der Luftstrom nimmt das herausdiffundierte Wasser mit sich und hält das Diffusionsgefälle dadurch ständig aufrecht.

Dem Luftdruck ist die PI umgekehrt proportional (212).

Unter Ruhebedingungen resultiert eine durchschnittliche unsichtbare HWA von 600 g in 24 Stunden (s.o.).

	Originalangabe	in $\frac{\gamma}{\text{cm}^2 \text{ min}}$	
1. MALI (128)	$\frac{0,5 \text{ mg} - 0,6 \text{ mg}}{\text{cm}^2 \cdot \text{h}}$	8,3 - 10,0	
2. HEERD und Ohara (73)		9,7	an der Innen- seite des Unterarms bei 20,2-20,5°C Raumtemperatur
3. STAUDT (195)	$\frac{12,5 \text{ mg}}{12,57 \text{ cm}^2 \cdot 30 \text{ min}}$	33	an der Innen- seite des Unterarms
4. FALLON et al. (45)	$\frac{4,3 \text{ g}}{\text{m}^2 \cdot \text{h}}$	7,2	bei 21-24°C Raumtemperatur

Tabelle 3: Einige Ergebnisse über die Höhe der unsichtbaren HWA.

Die PI zeigt ausgeprägte regionäre Schwankungen.

KUNO und IKEUCHI (111) teilten die Haut entsprechend der Höhe der PI in 3 Regionen ein:

1. Region: Handfläche, Fußsohlen

$$\frac{5 - 10 \text{ mg}}{20 \text{ cm}^2 \cdot 5 \text{ min}} = \frac{50 - 100}{\text{cm}^2 \cdot \text{min}}$$

2. Region: Stirn, Wange, Hals, Handrücken

$$\frac{2 - 6 \text{ mg}}{20 \text{ cm}^2 \cdot 5 \text{ min}} = \frac{20 - 60}{\text{cm}^2 \cdot \text{min}}$$

3. Region: übrige Teile der Körperoberfläche

$$\frac{0,5 - 2 \text{ mg}}{20 \text{ cm}^2 \cdot 5 \text{ min}} = \frac{5 - 20}{\text{cm}^2 \cdot \text{min}}$$

Zudem ist die Höhe der PI an derselben Hautstelle inkonstant (110, 160, 47, 146). STAUDT (195) fand an einer Stelle des Unterarms

$$\text{minimal} \quad \frac{1,6}{\text{cm}^2 \cdot \text{min}} \quad \text{maximal} \quad \frac{10}{\text{cm}^2 \cdot \text{min}}$$

KUNO (110) machte für die Schwankungen der PI die Schwankungen der oberflächlichen Hautdurchblutung verantwortlich. Spontanschwankungen der Durchblutung der Hautgefäße sind bei einer Temperatur von 25 - 30°C am größten (9, 156). Darüberhinaus zeigt der Körper eine tägliche Temperaturperiodik (10); die Amplitude der Tagesperiodik kann mehr als 1,5°C betragen (103). Nach OHARA et al. (146) sind die Aktivität der Schweißdrüsen!, die Hautdurchblutung und die Hauttemperatur die hauptsächlichen Faktoren, die die PI beeinflussen; zwischen diesen Faktoren bestehen komplizierte Beziehungen, wobei es noch unklar ist, ob die Durchblutung sich durch Beeinflussung der Aktivität der Schweißdrüsen oder der Zellen der Epidermis oder aber durch Änderung des Diffusionswiderstandes der Haut auswirkt.

Die extremen Schwankungen der HWA der Handfläche werden auf emotionell bedingte Schweißdrüsentätigkeit zurückgeführt; die

geringsten Schwankungen wurden am Unterarm beobachtet. Die Schwankungen traten an allen beobachteten Körperstellen synchron auf, was eine zentrale Verursachung annehmen läßt (146). Rhythmische Schwankungen der HWA (152, 176) werden mit rhythmischen Änderungen der peripheren Durchblutung erklärt (176). LOEWY und WECHSELMANN (121) nehmen ein individuelles Niveau der PI an. Eine ausgeprägte Seitendifferenz der PI scheint im allgemeinen nicht zu bestehen (52, 174).

Nun noch ein kurzer Blick auf den Anteil der PI, der wahrscheinlich einer Ruhesekretion der Schweißdrüsen zuzuschreiben ist. Diese kleinen Schweißmengen versickern wahrscheinlich in der Tiefe der Epidermis, verdunsten dort und wandern per diffusionem durch das stratum corneum in die freie Luft (71). Die unsichtbare Ruhesekretion verläuft periodisch und erfaßt abwechselnde Gruppen von Schweißdrüsen (159).

Die jahreszeitlichen Schwankungen der PI könnten von Veränderungen dieses sekretorischen Anteils herrühren (71); vielleicht sind sie auch durch jahreszeitliche Schwankungen des Verhornungsprozesses bedingt (68).

Perspiratio sensibilis

Die Schweißsekretion erfordert einen aktiven, zellulären Vorgang (12, 14, 38, 88, 110, 138). Die Epithelien zeigen Kennzeichen einer Sekretion, die sich mit einer einfachen Durchschleusung des Sekretes nicht erklären lassen (14).

Der Primärschweiß im gewundenen Teil der Schweißdrüsen hat ungefähr dieselbe Gesamtkonzentration wie das Blutplasma; der Schweiß, der auf der Hautoberfläche erscheint, ist gegenüber dem Blutplasma immer hypoton. Die Ursache ist eine Resorption gelöster Substanzen in den Schweißdrüsen-Ausführungsgängen (192). Auch das Wasser wird aus dem Primärschweiß resorbiert (179, 200). Eine Temperaturerhöhung steigert sowohl die sekretorische als auch die resorptive Tätigkeit der Schweißdrüsen (127).

Die Austreibung des Schweißes aus dem Knäuel wird durch den Sekretionsstrom selbst und durch die Kontraktion der Myoepithelzellen bewirkt (12). Die beobachtete rhythmische Ausstoßung von Schweißtropfen wird auf die Tätigkeit der kontraktilen Ampulle (s.o.) zurückgeführt (118). Die einzelnen Schweißdrüsen sind nicht kontinuierlich, sondern temporär tätig (121, 182). Eine zyklische Tätigkeit beobachtete CUSTANCE (36). Innerhalb eines Areals arbeiten die Drüsen alternierend (43). Die nervalen Impulse zur Schweißsekretion sind mit einer Veränderung der peripheren Durchblutung weitgehend gekoppelt. Es ergibt sich somit ein Hinweis dafür, daß die Schweißsekretion von dem Flüssigkeitsangebot des die Schweißdrüsen umgebenden Gewebes abhängen könnte. Mit einer Erweiterung der Arteriolen und einer Erhöhung der Hauttemperatur ist eine erhöhte Sekretionsleistung verbunden (198). Die Gefäßerweiterung soll durch Bradykinin zustande kommen, dessen Bildung auf demselben nervösen Weg veranlaßt wird wie die Schweißsekretion (51, 99). Die Hauttemperatur, die vom Blutdurchfluß durch die Arteriolen abhängig ist, ändert sich nur träge; die schnell einsetzende Schweißsekretion ist in ihrer Intensität der Hauttemperatur nicht streng proportional (198). Eine erkennbare Zuordnung zu der Wasserdampfdruck-Differenz fehlt vollständig (124). Es gibt nun verschiedene Möglichkeiten, eine Schweißsekretion auszulösen. Physiologisch am wichtigsten sind das thermoregulatorische Schwitzen und das emotionelle Schwitzen.

Das thermoregulatorische Schwitzen setzt nicht schlagartig am kritischen Temperaturpunkt ein. Mit zunehmender Wärmebelastung nimmt zunächst die Zahl der tätigen Drüsen zu, dann die Sekretionsleistung der Einzeldrüse (43). Am kritischen Temperaturpunkt (der Umgebungstemperatur) bzw. Anstieg der Kerntemperatur um $0,2^{\circ}\text{C}$ (4) kommt es zum plötzlichen Ausbruch sichtbaren Schwitzens an der ganzen Körperoberfläche. Ein ähnlicher allgemeiner Schweißausbruch kann auch beobachtet werden, wenn nur Teile der Körperoberfläche erwärmt werden (164).

Die Latenzzeit zum In-Gangkommen der thermoregulatorischen Sekretion beträgt 5 - 15 Minuten (4). Unter besonderen Arbeitsbelastungen und beim vollaklimatisierten Menschen können Schweißmengen von 10 - 18 Liter in 24 Stunden (198, 78), über kürzere Zeiten bis zu 4 Liter in der Stunde abgesondert werden

(entspricht 4×580 Kcal! Wärmeverlust).

Die Schweißsekretion ist somit das quantitativ leistungsfähigste Stellglied der Thermoregulation (78). Oberhalb ca. 35°C Raumtemperatur (Raumtemperatur höher als die Hauttemperatur) muss (am nackten Ruhenden) die Verdunstung die gesamte Wärmeregulation übernehmen (10). Im thermoindifferenten Bereich entfallen 25 % der Wärmeabgabe auf die HWA (115).

Das Schwitzvermögen kann durch Übung gesteigert werden (181); bei wiederholten gleichartigen Schwitzprozeduren sind sowohl Veränderungen der Schweißmenge als auch des zeitlichen Verlaufs der Sekretion zu beobachten (61).

Die thermoregulatorischen Zentren liegen wahrscheinlich im Hypothalamus. Im vorderen medialen Hypothalamus liegt das sogenannte Kühlzentrum. Es bewirkt gleichzeitig Steigerung der Wärmeabgabe (Vasodilatation der Hautgefäße, Schweißausbruch) und Einschränkung der Wärmebildung. Die Erregungen kommen wahrscheinlich von cutanen Thermorezeptoren (in erster Linie kommen freie Nervenendigungen in Betracht) und von Thermorezeptoren im Hypothalamus selber und anderen Regionen des ZNS, sowie in den Schleimhäuten und in der Nähe von Gefäßen. Der Reiz für die Thermorezeptoren des Körperinneren ist die Erhöhung der Bluttemperatur. Der hintere Hypothalamus enthält ein Erwärmungszentrum, das offenbar direkt durch die Abnahme der Bluttemperatur und indirekt durch die Kälterezeptoren der Haut aktiviert wird. Dieses Zentrum kontrolliert die Wärmeabgabe u. a. durch Abnahme der HWA, zum Teil als Folge einer Vasokonstriktion (137). Die beiden Zentren werden reziprok innerviert (7).

Das emotionelle Schwitzen, das an den Handflächen und Fußsohlen, an der Stirne und in den Achselhöhlen am ausgeprägtesten ist, wird von höheren Zentren aus stimuliert (64, 115). Die Latenzzeit beträgt nur Sekunden (43). Die emotionell schwitzenden Gebiete reagieren auf thermale Reize langsamer und bei höheren Temperaturen als die übrigen Körper-Regionen (99).

Ein nichtnervöses ekkrines Schwitzen (ohne Einschaltung eines Reflexbogens) kann durch lokales Aufheizen der Hautoberfläche auf $39 - 45^{\circ}\text{C}$ erzielt werden; die Schweißsekretion ist dann streng auf den aufgeheizten Bezirk beschränkt (155).

Bei Paraplegikern konnte die Existenz eines thermoregulatorischen spinalen Reflexschwitzens unterhalb der Unterbrechungsstelle im Rückenmark nachgewiesen werden; die Intensität dieses Schwitzens ist jedoch sehr gering; für eine normale Intensität des Schwitzens bedarf es der Bahnung vom Hypothalamus aus (184).

Bei Messungen der Schweißsekretion muß man bedenken, daß gleiche äußere Reize (Temperatur, auch pH-Verschiebungen und chemische Reize) je nach der vegetativen Innervationslage einen ganz verschiedenen Reizerfolg haben können (198). Bei Messungen der palmaren Schweißsekretion an 41 Männern streuten die Werte zwischen 0,010 - 0,220 Gramm je 6 sq inches in der Stunde ($\bar{x}$ = 0,084; s = $\pm$ 0,053) (38). Die Schweißmenge an einer bestimmten Körperstelle (und auch die Gesamtschweißmenge) ist also individuell verschieden; sie bleibt bei derselben Versuchsperson jedoch ungefähr konstant (48). Allerdings wurde eine Tagesrhythmik der Schwitzbereitschaft beobachtet. Im Gegensatz zu der Aufheizungsphase in der Vormittagsperiode (3 - 15⁰⁰ MOZ) ist der Schweißausbruch während der Entwärmungsphase der Nachmittagsperiode des biologischen Tages (15 - 3⁰⁰ MOZ) ausgiebiger und leichter einzuleiten (84). Auch ein Einfluß der Jahreszeit wurde verschiedentlich nachgewiesen. Vermindertes palmares Schwitzen bei jungen Frauen im Sommer, bei höherer Körpertemperatur als im Winter, wird auf eine erhöhte NNR-Aktivität im Sommer zurückgeführt (126).

Nach FRANKE (52) ist eine gesunde Person in der Regel ohne Seitendifferenz zum Schwitzen zu bringen; nach FIEDLER (48) zeigen 20 % der Versuchspersonen Seitenunterschiede.

Einige bisher unberücksichtigte physiologische Einflüsse auf PI und PS sind in der folgenden Übersicht (Tabelle 4) alphabetisch zusammengestellt:

	PI	PS
Alkohol		Steigerung (181)
Alter	nimmt im Durchschnitt mit zunehmendem Alter ab (90).	Die Schweißsekretion nimmt im Durchschnitt mit zunehmendem Alter ab (181), die Latenzzeit nimmt zu (77).
Endokrinium: erhöhte NNR-Aktivität		Verminderung des basalen palmaren Schwitzens (bei jungen Frauen) (126)
Fettleibigkeit	bei Nacht erhöht, morgens reduziert. Der durchschnittliche Tageswert ist normal (213). Bei gesunden Personen ist die HWA umso größer, je magerer die Betreffenden sind (je höher auch die Hauttemperatur liegt) (151)	Das Fettpolster als guter Wärme-Isolator vermindert die Wärme-Abstrahlung, daher vermehrtes und früher einsetzendes Schwitzen (48).

	PI	PS
Geschlecht	Im Durchschnitt beim Mann stärker als bei der Frau (90, 164, 195, 69). Vermutlich durch den sekretorischen Anteil der PI bedingt (164).	längere Latenzzeit bei der Frau (Zeit vom Beginn der Wärmeeinwirkung bis zum Auftreten der ersten Schweißtropfen 1,9 min bei ♂ 3,6 min. bei ♀ (48) Der Mann liefert auf denselben Reiz hin mehr Schweiß als die Frau (38, 164, 199, 81). Dieser Unterschied beruht eventl. auf einer schwächeren Antwort der Schweißdrüsen auf ACTH bei der Frau.
Grundumsatz	Lineare Abhängigkeit der PI vom Grundumsatz (15).	
Kost	Eine an Salzen und EW-Stoffen reiche Kost entzieht der Haut Wasser zugunsten einer gesteigerten Diurese (181).	
Lipoide der Hautoberfläche		Parallelität von Schweißmenge und ätherlöslichem Material in den meisten Bereichen der Hautoberfläche (93).

	PI	PS
Pigmentierung (lichtbedingte)	Zunahme	
Position eines Gliedes im Ver- hältnis zum Herzen	Hebung des Armes führt zur Zunahme, Senkung zur Ver- minderung (146).	
Psyche	Verminderung durch Angst! (213) „Je lebhafter das Temperament, je gespannter die Aufmerksamkeit, je stärker der Affekt (Angst, Zorn), desto höher ist die HWA“ (181).	
Schwangerschaft	in der ersten Hälfte vermindert, dann er- höht, gegen Ende und in den ersten Tagen post partum erneut vermindert (195).	
Seborrhoe Sebostase	unverändert (195).	
Verdauung		Die Schweißdrüsen- funktion ist von der Zeit nach der letzten Nahrungsaufnahme ab- hängig (95). Steigerung durch Ver- dauungstätigkeit (180).

	PI	PS
Wasserhaushalt		
a.) Trinken kalten Wassers		reduziert die PS nachhaltig mit einer Latenz von nur wenigen Sekunden (150, 173).
b.) Trinken warmen Wassers		steigert die PS regelmäßig, besonders am Rumpf nach einer Latenz von etwa 1-2 min. (173, 180).
c.) Trinken von Wasser mittlerer Temperatur	Steigerung beim Kind, kein Einfluß beim Erwachsenen (164).	
	Abhängigkeit vom Wasserhaushalt besteht nur in extremen Fällen (extreme Exsiccation, extreme Flüssigkeitszufuhr) (91).	

Bedeutung der PI und der PS

- 1.) Thermoregulation (wichtigste Funktion) (200)
 - a.) durch unmittelbaren Entzug von Verdunstungswärme.
 - b.) Veränderung des Wärmewiderstandes der Haut für die Abgabe trockener Wärme durch variable Durchfeuchtung der Haut (175).
- 2.) Weichmacherfunktion
 Neben der Luftfeuchtigkeit sorgen die PI und die PS für einen ausreichenden Wassergehalt der Haut und damit für deren Weichheit und Geschmeidigkeit (200, 59).
- 3.) Säuerung der Hornschichten und der Hautoberfläche durch den Schweiß (Abwehrkraft gegen bakterielle Einflüsse, Förderung der Alkalineutralisations-Fähigkeit) (200, 48).
- 4.) Exkretorische Funktion des Schweißes
 Nach KARITZKY (97) besteht die primäre Aufgabe der HWA in der Regulierung des Säure-Basen-Haushaltes; die Schweißabsonderung dient besonders der Entfernung saurer Stoffwechselprodukte; schweißauslösendes Moment ist die Übersäuerung, nicht der Wärmestau! Diese exkretorische (und die Reabsorptions-)Funktion steht unter dem Einfluß der NNR (34).
- 5.) Emulgierung der Hautlipide
 Diese Emulsion stellt eine Art physikalischen Puffersystems dar zur Wahrung der Homöostase des Wassergehaltes an der Hautoberfläche (82, 200).

Methoden zur Messung der Perspiratio insensibilis (I) und der Perspiratio sensibilis (S)

Eine ausführliche Darstellung fast aller Methoden bis zum Jahre 1955 findet sich bei FIEDLER (48). HEERD (70) gab 1959 eine übersichtliche Zusammenstellung der bis dahin veröffentlichten Methoden und einem Teil der Autoren, die sie verwendet hatten. Hier sollen vor allem diejenigen Verfahren kurz betrachtet werden, welche für die eigenen Untersuchungen in Frage kommen.

- 1.) Hygrometrische Messung
- 2.) Gravimetrische Absorptions-Methoden
- 3.) Kolorimetrische Methoden
- 4.) Radioaktive Tracer-Methoden
- 5.) Elektrische Feuchtigkeits-Bestimmung
 - a.) Messung des elektr. Hautwiderstandes
 - b.) Elektrolyt-Analysator-Methode
 - c.) Wärmeleitfähigkeits-Zelle
 - d.) Infrarot-Strahlen Absorption
 - e.) Gravimetrische Absorptions-Methode
 - f.) Widerstandshygrometer

Nach einem anderen Einteilungs-Prinzip können die unter 1., 2., 5. und b - e genannten Möglichkeiten in Kastenmethoden und in Kapselmethoden unterteilt werden (70). Bei ersteren befindet sich der ganze Körper oder einzelne Gliedmaßen in einem Kasten; ein Gas-Strom streicht über die Haut, nimmt den Wasserdampf mit sich und wird dann einem der genannten Messgeräte zugeleitet. Die Feuchtigkeit des Gas-Stromes vor Eintritt in den Kasten wird ebenfalls gemessen und konstant gehalten (zumeist wird vorgetrocknete Luft oder auch Sauerstoff und Stickstoff verwendet). Die Differenz der Feuchtigkeit des Gases vor Einströmen in den Kasten und nach Austritt aus diesem ist ein Maß für die Hautwasserabgabe (48). Für die Messung kleiner Hautstellen ist dieses Vorgehen also ungeeignet. Hierfür eignen sich jedoch die Kapsel-Methoden. Eine Meßkapsel wird auf die Haut aufgesetzt; entweder wird getrocknetes Gas durch die Kapsel geleitet und der Wasserdampfgehalt des austretenden Gases bestimmt (ventilierte Kapseln) oder ein Absorptions-Mittel oder ein Meßgerät befinden sich in der Kapsel selbst.

Hygrometrische Messung (I, S)

(30, 119, 121, 139, 169, 170, 176, 180)

Die üblichen Hygrometer beruhen auf der Längen- oder Volumenveränderung organischer Stoffe (präparierte Frauenhaare, Kunststoff-Folien usw.) in Abhängigkeit von der Luftfeuchtigkeit (53).

Gravimetrische Absorptions-Methoden (I, S)

Das Prinzip dieser Verfahren besteht in der quantitativen Bindung des von der Haut abgegebenen Wasserdampfes durch ein Absorptions-Mittel:

- a.) Calciumchlorid: 13, 55, 139, 162, 195
- b.) Calciumsulfat: 45, 47
- c.) Filtrierpapierstückchen: 2, 33
- d.) Gaze-Kissen: 38

Absorptions-Mittel finden bei Kastenmethoden, bei ventilierten und nicht-ventilierten Kapseln Verwendung.

Eine gravimetrische Methode ohne Absorptions-Mittel gaben BURCH und SODEMAN (28) an. Sie leiteten einen trockenen Sauerstoffstrom über die Haut und sammelten das darin enthaltene Wasser durch Ausfrieren; das Eis wird gewogen. Ein kompliziertes aber sehr genaues Verfahren dieser Art wurde von HEERD (70) und von HEERD und OHARA (73) angegeben. In einer nicht-ventilierten Kapsel wird das Absorptionsmittel, eine gesättigte Salzlösung, fortlaufend gewogen. Dazu dient eine Federwaage mit hoher Empfindlichkeit, welche die Gewichtsänderungen des Absorptions-Mittels, das sich in einer leichten Schale befindet, in eine Kapazitätsänderung umwandelt. Diese verstimmt einen Hochfrequenz-Oszillator; es lassen sich damit noch Gewichtsänderungen von 10^{-7} bestimmen.

Die Absorptions-Mittel erzeugen in der Kapsel einen konstanten Dampfdruck, unabhängig von der aufgenommenen Wassermenge. Durch entsprechende Auswahl der Salze und der Arbeitstemperatur können beliebige Dampfdruck-Größen eingestellt werden. Ein Vorteil gegenüber den meisten anderen Verfahren dieser Gruppe besteht darin, daß die Kapsel zur Wägung nicht von der Haut entfernt werden muß.

Kolorimetrische Methoden (I, S)

Prinzip: Die austretenden Schweißtröpfchen veranlassen die Änderung der Farbe eines auf die Haut aufgetragenen Indikators. Methoden dieser Art eignen sich zum großen Teil nur zur Bestimmung der Perspiratio sensibilis. Bei manchen dieser Methoden, z.B. dem Kobaltchlorid-Schnelltest (217), liegt der Indikator nicht direkt auf der Haut. Er wird durch den aufsteigenden Wasserdampf verfärbt; diese Methode eignet sich sowohl zur Bestimmung der PI als auch der PS.

Folgende Indikatoren wurden verwendet:

Jod + Stärke:	11, 35, 133, 148, 219
Silbernitrat:	11, 95
Tannin + Fe Cl_3 :	60, 143
Chinizarin:	65
Ferrozyankali + Ferrisulfat (Berlinerblau-Reaktion):	131
Bromphenolblau:	22, 25, 83, 130, 206
Kobaltchlorid:	94, 217
Eisenhydroxid + Pyrogallol:	166
Ninhydrin:	135, 145, 153

Die Auswertung der Farbbänderungen erfolgt zum Teil durch Auszählen der farbigen Punkte mit dem Auge, mit dem Mikroskop (92) oder photometrisch (60, 217).

Zu den kolorimetrischen Verfahren ist auch die hygrophotographische Methode von SIVADJIAN (190, 191) zu rechnen. Man erhält ein Bild auf einer empfindlichen Schicht durch die kombinierte Wirkung von Licht und Feuchtigkeit. Diese Schicht wechselt ihre Farbe, wenn sie zuerst dem Licht und dann der Feuchtigkeit ausgesetzt wird. Die Emulsion enthält ein Doppelsalz aus Quecksilber- und Silber-Jodid.

Tracer-Methoden

LÜTCKE et al. (123) führten Untersuchungen über die PI mit schwerem Wasser durch. Es lassen sich damit zuverlässige, genau Messungen durchführen ohne Störungen des biologischen Vorgangs (73).

Elektr. Feuchtigkeits-Bestimmung (I, S)

- a.) Messung des elektr. Hautwiderstandes (Leitfähigkeitsmessung)
 Der galvanische Widerstand der Haut hängt ab von der Gefäßversorgung der Haut und insbesondere von der Feuchtigkeit der Haut und läßt sich als Maß für die Tätigkeit der Schweißdrüsen verwenden. Entsprechende Messinstrumente wurden angegeben von BOUCKE und STEINWACHS (93), FAURE und BRAMERIE ("Psychogalvanometer") (46) und BOTWINICK (20). Eine ausführliche Zusammenstellung derartiger Methoden findet sich bei RUTENFRANZ (167).
- b.) Elektrolyt-Analysator: Methode von VAN GASSELT u. VIERHOUT (58). Diese Methode gestattet die kontinuierliche quantitative Bestimmung auch sehr kleiner Schweißmengen. Prinzip: Ein Strom von trockenem Stickstoff wird, nachdem er die Haut passiert hat, zu einem Elektrolyt-Analysator geleitet. Dieser Analysator enthält zwei Platinelektroden, die durch eine schmale Lage Phosphorpentoxyd getrennt sind; dieses absorbiert das Wasser und wird dabei in Phosphorsäure umgewandelt. Zwischen den beiden Platindrähten kommt es zu einer Potential-Differenz; dies führt zu einem elektrischen Strom, durch den die Phosphorsäure in P_2O_5 zurückverwandelt wird. Das absorbierte Wasser wird in Sauerstoff und Wasserstoff gespalten.
- c.) Wärmeleitfähigkeits-Zelle von ADAMS et al. (3)
 Durch eine Plastik-Kapsel auf der Haut wird ein Luftstrom geleitet. Er gelangt anschließend in die Wärmeleitfähigkeits-Zelle, in der sich ein Thermistor befindet. Die Zelle wird von einem isolierten Gehäuse umgeben; zwischen beiden befindet sich eine Luftschicht, die konstant auf $50^{\circ}C$ gehalten wird. Die Wärme, die von hier auf den Thermistor übergeleitet wird, ist abhängig von dem Feuchtigkeits-Gehalt der Luft, die durch die Zelle strömt.
- d.) Infrarot-Strahlen-Absorption, ALBERT und PALMES (5)
 Prinzip: Die Menge der absorbierten Strahlungsenergie ist abhängig vom Wasserdampfgehalt des Luftstromes, der durch die Meßküvette geleitet wird. Es wird die Differenz zwischen einem Luftstrom bekannten Wasserdampfgehaltes und dem von der Haut hergeleiteten Luftstrom bestimmt.

e.) Elektr.gravimetr.Absorptions-Methode von HEERD (70)
Siehe unter 2.)

f.) Widerstands-Hygrometer:

Prinzip: Die Leitfähigkeit der verwendeten Leiter und Halbleiter nimmt zu, wenn die Feuchtigkeit der umgebenden Luft zunimmt.

I Hygroskopische Leiter zweiter Ordnung:

ALBRECHT (6) verwendete einen Seidenfaden als Träger der hygroskopischen Substanz (z.B. Glyzerin); die Leitung im Widerstand ist eine elektrolytische. NAKAYAMA und TAKAGI (142) arbeiteten mit hygroskopischem Pflanzenmark.

Die Leitfähigkeit von hygroskopischen Widerständen ist bedingt durch die Menge des im Widerstand befindlichen hygroskopisch angesaugten Wassers. Der Wassergehalt eines der Luft ausgesetzten, im Wasser löslichen Körpers ist von der relativen Luftfeuchtigkeit abhängig.

II Halbleiter:

Der Ohmsche Widerstand geeigneter Halbleiter ändert sich mit der Luftfeuchtigkeit. Die Widerstandsänderung ist ein Maß für die Änderung der relativen Luftfeuchtigkeit; diese ist in einem geschlossenen System über einer Hautstelle von der HWA abhängig. ALBRECHT (6) verwendete dünne Salzsichten an keramischen Trägerkörpern. DARROW (39) tränkte Seidenfäden mit Calcium-Chlorid. Mit Kristallen als Halbleiter arbeiteten GREUER und PEUKERT (63) sowie SCHÖLMEICH und HILDEBRANDT (176); letztere verwenden einen Kalium-Bromidkristall, der im Innern einer Plexiglasglocke in Platinblech gefaßt ist. Der Messung der HWA wird ein konstanter Galvanometerauschlag zugrunde gelegt. Mit der Stoppuhr wird die Zeit für einen bestimmten Widerstands-Abfall als Maß für die HWA gemessen. BETZ (98) kombinierte diese Methode mit einer gravimetrischen Bestimmung der Feuchtigkeit. Ein getrockneter Luftstrom wird über die Haut geleitet; er nimmt die von der Haut abgegebene Feuchtigkeit auf und wird an dem Meßkristall vorbei in einen CaC_2 -Behälter geleitet. HILDEBRANDT et al. (84) bauten die Methode von SCHÖLMEICH und HILDEBRANDT (176) für eine fortlaufende Registrierung der HWA aus und kombi-

nierten sie mit einer Vorrichtung zur thermoelektrischen Hautregistrierung. LICHTGARN (114) experimentierte mit Ammoniumnitrat und Natrium-Bromid-Kristallen. WAGENER (220) und BULLARD (27) verwenden Lithiumchlorid. WAGENER befestigte ein mit Lithiumchlorid getränktes Gewebestück zwischen zwei Gold-Elektroden in einer Meßkapsel; es dient als Widerstand in einer Wheatstoneschen Brücke. Zwei gleichlaufende Kapseln und ein Zweipunktschreiber ermöglichen Vergleichsmessungen zum selben Zeitpunkt.

HOLZMANN et al. (86) stellten mit diesem Gerät vergleichende Messungen der HWA im Herdbezirk und an unveränderter Haut an, SIMON (189) bestimmte periphere sensible Nervenschädigungen damit.

Bei JACOBI (89) dient ein mit Kaliumchlorid getränkter Baumwollfaden als Halbleiter des Instruments.

Salzkristall-Methode von THIELE und SCHUTTER (209, 210, 211)

Das Gerät registriert die Änderung der Leitfähigkeit an der Oberfläche eines Halit-Kristalls, welche durch die Adsorption von Wasserdampf zustande kommt. Die Temperatur des Salzkristalls ist regelbar und wird mit Hilfe einer Kühlwendel konstant gehalten. Der Einfluß der Hauttemperatur wurde dadurch ausgeschaltet. Durch Erhöhung der Temperatur des Kristalls bis zu einem Punkt, an dem sich der Feuchtigkeits-Austausch zwischen Salzkristall und Hautoberfläche im dynamischen Gleichgewicht befindet, ist es möglich, den Wasserdampfdruck an der Hautoberfläche zu messen. Der Wasserdampfdruck an der Oberfläche des Salzkristalls ist dann gleich dem Wasserdampfdruck an der Haut.

Kritik an den genannten Methoden in der Literatur (im Hinblick auf die Brauchbarkeit für die eigenen Untersuchungen).

1.) Hygrometrische Meßmethoden

Sie erfordern z.T. sehr komplizierte und aufwendige Vorrichtungen. Meistens handelt es sich um Geräte zur Messung ganzer Extremitäten oder des ganzen Körpers (Kastenmethoden). Bei dem Gerät von BÜTTNER (30) für kleine Hautareale sind Eichung und Meßmethode schwierig (17). LICHTGARN (114) stellte fest, daß sich die Charakteristik von Haarhygrometern bei hoher Feuchtigkeit ändert.

2.) Absorptions-Methoden

Die Empfindlichkeit der Absorptions-Methoden ist relativ gering. Wegen des großen Totgewichts der Gefäße muß jeweils eine größere Menge Wasserdampf absorbiert werden, wenn man eine genügende Genauigkeit erreichen will; die Meßglocke muß also lange Zeit auf der Hautstelle bleiben (70). In dieser Zeit kann es zu einer lokalen Erwärmung unter der Meßglocke kommen. Läßt man einen Luftstrom über die Haut streichen, der den dort vorhandenen Wasserdampf mitführt, so muß

- a.) die Luft sehr gut vorgetrocknet werden,
- b.) stört man damit laufend das Temperatur- und Feuchtegefälle, das sich normalerweise über der Haut aufbaut (73) und läuft damit Gefahr, eine höhere HWA zu registrieren, als dies unter physiologischen Bedingungen der Fall ist. Die Wasserdampfabgabe ist von der Strömungsgeschwindigkeit der Luft in der Kapsel abhängig, wenn sie auch bei größer-werdenden Geschwindigkeiten einen Grenzwert erreicht (70).

HERRMANN et al. (83) betrachten die gravimetrischen Methoden als zu umständlich für den klinischen Routinebetrieb.

Das Verfahren von HEERD (70) ist zwar sehr genau, die Apparatur ist jedoch ziemlich kompliziert (220). Die Hautstelle muß auf die Kapsel gebracht werden, weil der Meßkondensator nur in waagrechter Aufstellung verwendet werden kann. Für den klinischen Routinebetrieb ist das Verfahren zu zeitraubend.

3.) Kolorimetrische Methoden

Die kolorimetrischen Methoden haben sich gut bewährt in der Neurologie zur Lokalisierung und Abgrenzung vegetativer Ausfallerscheinungen (113). Sie sind gut geeignet zur Sichtbarmachung der aus den Schweißdrüsen austretenden Schweißtröpfchen, sind aber nur zum Teil quantitativ auswertbar. Nachteilig ist die eventuelle Modifikation der Haut durch direktes Aufbringen des Indikators auf die Haut (z.B. Einpinselung) (25, 133). Wird Indikatorpapier auf die Haut gedrückt, so besteht die Schwierigkeit darin, dieses an allen Stellen mit der Haut in dichten Kontakt zu bringen (206). Bei vielen dieser Methoden bedarf es einer unphysiologischen Stimulierung der Schweißsekretion (175); eine Messung der PI ist dann nicht möglich.

Bei der Bestimmung der Wirkung von transpirationshemmenden Mitteln ergeben sich Schwierigkeiten bei Indikatoren, die der Haut aufliegen. Der Farbumschlag hängt vom pH-Wert ab (86), die schweißhemmenden Mittel verändern aber den pH-Wert der Hautoberfläche.

Nach SHELLEY et al. (187) und nach SULZBERGER et al. (201) liefern die kolorimetrischen Verfahren im allgemeinen nur annähernde Werte.

4.) Tracer-Methoden

Sie erfordern einen großen apparativen Aufwand und sind für die Versuchspersonen nicht ganz ungefährlich (73).

5.) Elektrische Feuchtigkeitsbestimmung

a. Messung des elektrischen Hautwiderstandes:

Nach HEERD (70) ist diese Methode sehr unsicher. Er stellt fest, daß zwischen dem Leitwert der Haut und der PI bzw. der PS sicherlich keine einfache Beziehung bestehe. Es spielten dabei offenbar so viele endogene und exogene Faktoren zusammen, daß die erhaltenen Ergebnisse vorläufig nicht interpretierbar seien.

b. Elektrolyt-Analysator-Methode,

c. Wärmeleitfähigkeits-Zelle,

d. Infrarotstrahlen-Absorption:

bei diesen drei Verfahren wird ein Luftstrom über die Haut geleitet; Kritik siehe unter 2.)

e. Widerstandshygrometer:

Die Verwendung eines Kaliumbromid-Kristalls (176) wird von einigen Autoren positiv bewertet (63, 176, 220), von einigen wegen mangelnder Reproduzierbarkeit als wenig geeignet beurteilt (87, 217).

Unabhängig von der Natur des Halbleiters besteht der Nachteil der Verfahren mit nichtventilierter Kapsel in dem Fehlen einer Vorrichtung zur Dämpfung des Einflusses der Wärmestrahlung von der Haut her (210).

Die meisten Geräte gestatten keine rasche Bestimmung des absoluten Wasserdampfdruckes an der Hautoberfläche (210).

Meßmethode nach TRONNIER, BUSSIUS und VOLLBRECHT
unter Verwendung von El-Tronics-Elementen
 (Hersteller: El-Tronics Co, Warren, Pennsylvania)

Diese von TRONNIER et al. (217) sowie von ROSENBERG et al. (161) in die Dermatologie eingeführte Methode verwendeten wir bei unseren eigenen Untersuchungen. PS und PI wurden mit demselben Meßelement bestimmt, jedoch mit verschiedenen Verstärkeranlagen wegen des großen Unterschieds in der Höhe der HWA.

Das Meßelement

Auf einer Meßplatte von 22 x 41 mm aus Polystyrol sind die Graphitelektroden in einem unvollständigen Kreis aufgedruckt. Die Zwischenräume bestehen aus einer chemisch behandelten Ionen-Austauschschicht. Die Wasserdampfadsorption an der Oberfläche ist der relativen Feuchtigkeit proportional. Der Oberflächenwiderstand ist umgekehrt proportional der Menge des adsorbierten Wasserdampfes. Es besteht also eine direkte Beziehung zwischen der relativen Feuchtigkeit und der Leitfähigkeit. Die Belastbarkeit der Elemente beträgt 50 μ A (neuerdings 1mA) bei einer Spannung von 20 V Wechselstrom (50 Hz). Der Meßbereich reicht von 0 - 100 % relative Feuchte, der Temperaturbereich von - 40°C bis + 95°C, die Genauigkeit beträgt $\pm$ 3 - 5 % rel. F., die Halbwertzeit 30 Sekunden bei 63 % Änderung der rel. F. Der Temperaturfehler beträgt für 1°C 0,5 % rel. F. (Angaben der Herstellerfirma). Die Lebensdauer der Elemente ohne Änderung der Eichwerte soll 5 Jahre betragen (18).

Der absolute Betrag des von der Haut aus verdampften Wassers kann aus der relativen Feuchtigkeit, der Temperatur in der Kapsel und ihrem Volumen berechnet werden.

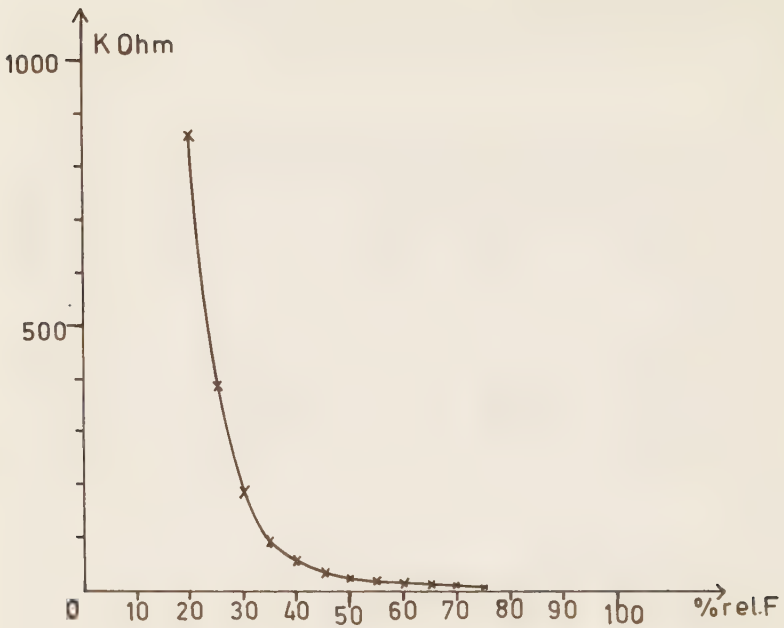


Abb. 1: Eichgrundwerte des Transducers PCRC 11, bezogen auf 25°C (Angabe der Herstellerfirma).

Anordnung bei den PI-Messungen

Die beidseits bedruckte Platte befindet sich senkrecht zur Haut in einem Becher aus Vinidur; die Innenhöhe des Bechers beträgt 5 cm, der Innendurchmesser 4,6 cm.

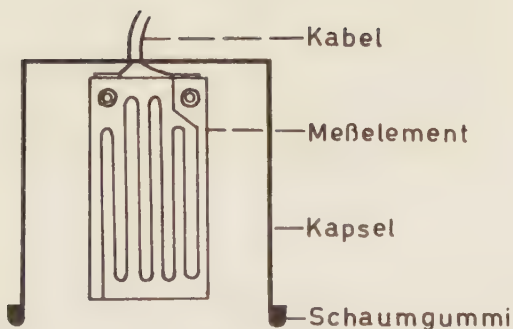


Abb. 2: Kapsel für die Messung der Perspiratio insensibilis.

Die Widerstandsänderung des Elements wird zur Anodenstromsteuerung in einem Wechselspannungsverstärker benutzt. An diesen Verstärker können gleichzeitig zwei Meßbecher angeschlossen werden. Zur Ablesung dient ein Zweipunktschreiber. – Da es nicht gelang, beide Elemente auf genau dieselbe Empfindlichkeit einzustellen, wurde nur mit einem Meßbecher gearbeitet.

Anordnung bei den PS-Messungen (Hauttestgerät der Firma Femia)
Das Meßelement befindet sich in einer Metallkapsel waagrecht zur Hautoberfläche; die Platte ist hier nur einseitig bedruckt.

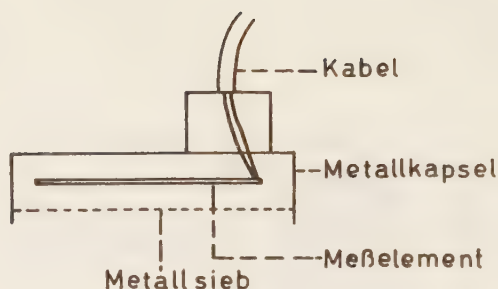


Abb. 3: Kapsel für die Messung der Perspiratio sensibilis.
(Das Metallsieb dient dem Schutz des Elementes und gewährleistet einen gleichmäßigen Abstand zwischen Haut und Element).

Hierbei wurde eine andere Verstärkeranlage und ein anderes Registriergerät mit einem größeren Meßbereich verwendet. Die Anzeige erfolgte durch einen Zeiger an einer ungeeichten, numerischen Skala mit 100 Skalenteilen. Durch das Arbeiten im geschlossenen System ist das Verfahren immer sättigungsabhängig; fortlaufende Messungen sind nur bei Ventilierung der Kapsel möglich. In Vor-Versuchen ergab sich bei beiden Meßanlagen eine ausreichende Reproduzierbarkeit. Durch die hohe Empfindlichkeit und die schnelle Rückkehr zur Null-Linie konnten die einzelnen Messungen rasch hintereinander durchgeführt werden; die längste Meßzeit betrug nur 2 Minuten, die kürzeste Meßzeit betrug 15 sec. Eine so kurze Meßzeit hat allerdings den Nachteil des größeren relativen Fehlers durch ungenaues Abstoppen der Zeit, sie ist jedoch vorteilhaft bei den PI-Messungen, bei welchen die Temperaturdifferenz zwischen Haut und Kapselinnenraum mit Meßelement $8 - 12^{\circ}\text{C}$ betrug.

Die durch die Temperaturdifferenz bedingte Inkonstanz der Temperaturverhältnisse in der Kapsel erschwert eine genaue Eichung

und macht die Aufstellung verschiedener Eichkurven nötig, entsprechend der im Mittel an den zu messenden Körperstellen vorhandenen Oberflächentemperatur. Es ist deshalb günstiger, das Meßelement in der Kapsel so anzubringen, daß der Abstand von der Haut überall gleich groß ist und die das Element unmittelbar umgebende Luft somit keine Temperaturunterschiede aufweist. Die waagrechte Anordnung des Meßelements vermeidet auch ein ungleichmäßiges Eintauchen in die Luftschicht mit größerer relativer Luftfeuchtigkeit (175). Zur Gewinnung von exakten, absoluten Werten genügt nicht allein die Kenntnis der Lufttemperatur in der Kapsel; wesentlich ist auch die Oberflächentemperatur des Elements. Der Niederschlag von Wasserdampf auf der Oberfläche des Elements ist von der Differenz zwischen Luft- und Elementtemperatur abhängig (175). Die Meßwerte werden umso genauer, je näher die Elementtemperatur der Umgebungstemperatur und der Hauttemperatur kommt. Bei den PS-Messungen liegen die Verhältnisse deshalb günstiger. Für Vergleichsmessungen unter konstanten Raumbedingungen (wie sie in den Versuchen mit Hilfe einer Klimaanlage eingehalten wurden), die keine genauen quantitativen Aussagen erfordern, erwies sich die Methode trotz dieser Bedenken als gut geeignet, da sie sehr leicht zu handhaben und mit geringem Zeitaufwand durchführbar ist, was auch den Patienten zugute kommt. Beim Arbeiten mit nichtventilierten Kapseln empfiehlt sich das Vorgehen von THIELE und SCHUTTER (209, 210), welche die Temperatur des Meßelementes konstant hielten.

In der klinischen Anwendung erfahren alle Methoden, die auf dem Prinzip der Bestimmung des Wasserdampfes über der Hautoberfläche beruhen, dadurch eine Einschränkung, daß sie keine Unterscheidung zwischen PI und PS gestatten. Im Indifferenzbereich bei der Bestimmung der PI fällt das nur an Körperstellen mit einer nicht-thermoregulatorischen Schweißsekretion ins Gewicht. Man erhält dann keine reinen PI-Werte, soweit man die PI als einen reinen Diffusionsvorgang auffaßt.

Bei der Bestimmung der PS ist die PI mit im Ergebnis enthalten und man spricht dann besser von HWA oberhalb des Indifferenzbereichs; zur Bestimmung des Diffusionsanteils kann man die Schweißdrüsen kurzzeitig lähmen durch subcutane Injektion von

Atropin oder des noch wirksameren Scopolamins bzw. iontophoretische Einführung dieser Substanzen (95).

Eichung

Prinzip: Zur Eichung der El-Tronics-Elemente wurde die Erscheinung der Dampfdruckerniedrigung über wässrigen Lösungen in Abhängigkeit von der Konzentration der Lösung angewendet (122). Zur Eichung der PI-Meßvorrichtung wurden Lösungen der Schwefelsäure verwendet, bei der Eichung des Hauttestgerätes der Firma Femia gesättigte Salzlösungen. Die Lösung befand sich am Boden eines Becherglases, das mit einer Membran verschlossen wurde; damit erhält man eine für die gestellten Aufgaben ausreichende Orientierung über die Funktion des Hygrometers.

Tabelle 5: Relative Luftfeuchtigkeit über wässriger Schwefelsäure in Abhängigkeit von der Schwefelsäurekonzentration bei 35°C (8).

Gewichtskonzentration	relative Feuchte %
0	100
10	95
20	88
25	83
30	75,5
35	67
40	57
45	47
50	37
55	27
60	17,5
65	10,4
70	2,8
80	0,6

Tabelle 6: Relative Luftfeuchtigkeit über gesättigten Salzlösungen bei 34,7°C (112).

Substanz	relative Feuchte %
LiCl	10
MgCl ₂	33
CuCl ₂ · 2H ₂ O	67
NaCl	75
KCl	82,4

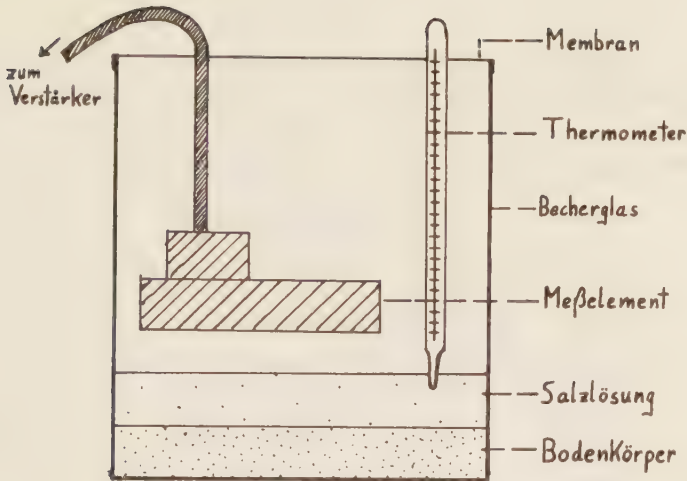


Abb. 4: Eichvorrichtung

Besonderheiten bei der Eichung für die PI-Messungen

Bei $23 - 24^{\circ}\text{C}$ Umgebungstemperatur beträgt die Hauttemperatur $32 - 34^{\circ}\text{C}$, je nach Körperregion und individuellen Unterschieden. Die Kapselinnentemperatur ist deshalb nicht konstant; sie steigt während der kurzen Meßzeit (bis zu 2 min) an. Deshalb wurde anstelle des Feuchtigkeits-Meßelementes in eine Meßkapsel ein Temperaturfühler (Thermistor) eingebaut und der Verlauf der Temperatur in Kapselmitte und der durchschnittliche Endwert der Temperatur je nach Meßzeit und Körperregion bestimmt.

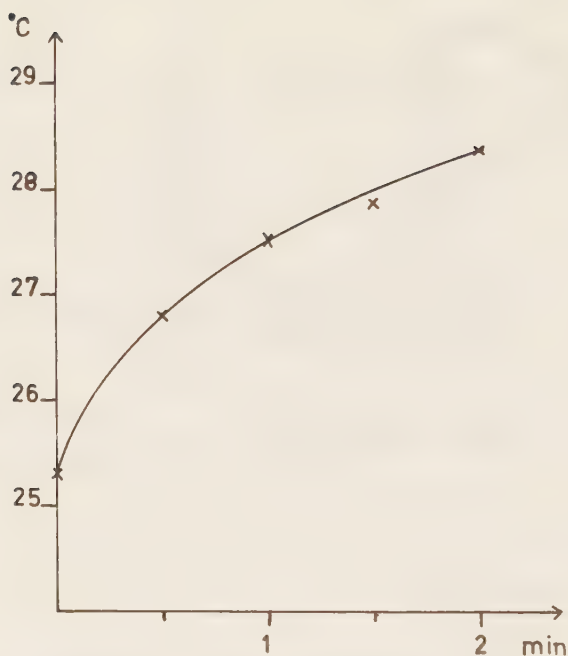


Abb. 5: Anstieg der Temperatur in Kapselmitte über einer Handfläche mit $34,4^{\circ}\text{C}$ Hauttemperatur.

Danach wurde diejenige Schwefelsäuren(oberflächen)-Temperatur ermittelt, die bei 24°C Umgebungstemperatur notwendig war, um diesen Endwert bei der Eichung in der Kapselmitte entstehen zu lassen (Siehe Tabelle 7). (Eine Schwefelsäurelösung von Hauttemperatur konnte dazu nicht verwendet werden, weil die Temperatur in der Kapsel bei Erreichung der Konstanzgrenze des Systems (bei der Eichung) höher gewesen wäre als bei den kurzzeitigen Messungen auf der Hautoberfläche).

Tabelle 7:

Lokalisation	Kapsel- endtemperatur	Schwefelsäuretempera- tur bei der Eichung
Handfläche	26°C nach 1/4 min.	27°C
Handrücken	27°C nach 1/2 min.	28,5°C
Stellen am Rumpf und an Extremitäten	27,5°C nach 1 min.	29°C
	28°C nach 2 min.	29,5°C

Die Temperaturänderung in der Kapsel läßt keine direkte Angabe über die Änderung der relativen Feuchtigkeit zu, weil diese nur für eine bestimmte Temperatur einem absoluten Wert entspricht. Man kann nur sagen: Die relative Feuchtigkeit stieg vom Ausgangswert (ca. 23,5°C / 40 % rel. F.) auf eine relative Feuchtigkeit von a, b, c bei einer bestimmten Temperatur; oder man gibt beide Werte, Ausgangspunkt und Endpunkt der Messung, direkt in Torr an.

Tabelle 8: Eichwerte für die PI-Messungen.

rel. F. %	Temperatur der Schwefelsäure							
	25°C	26°C	27°C	28,5°C	29°C	29,5°C	33°C	34°C
	S k a l e n t e i l e							
0,6								1,5
2,8								1,5
3,5	1,5		1,5	1,5	1,5	1,5		
10,4	1,5		1,5	1,55	1,55	1,55		1,6
16,0	1,55		1,6	1,6	1,6	1,6		
17,5							1,75	1,85
27,0	1,7	1,7	1,8	1,85	1,9	2,0	2,9	3,5
35,0	1,95	2,2	2,3	2,65	2,8	3,0		
37,0							6,5	8,9
46,0	3,12	3,8	4,7	6,8	7,4	8,4		
48,0					(10,0)			
48,5						(12,0)		
50,0				(11,0)				
52,5			(10,0)					
53,5			(12,0)					
57,0	(12,8)	(14,5)						

Die durch graphische Extrapolation gewonnenen Werte wurden in Klammern gesetzt.

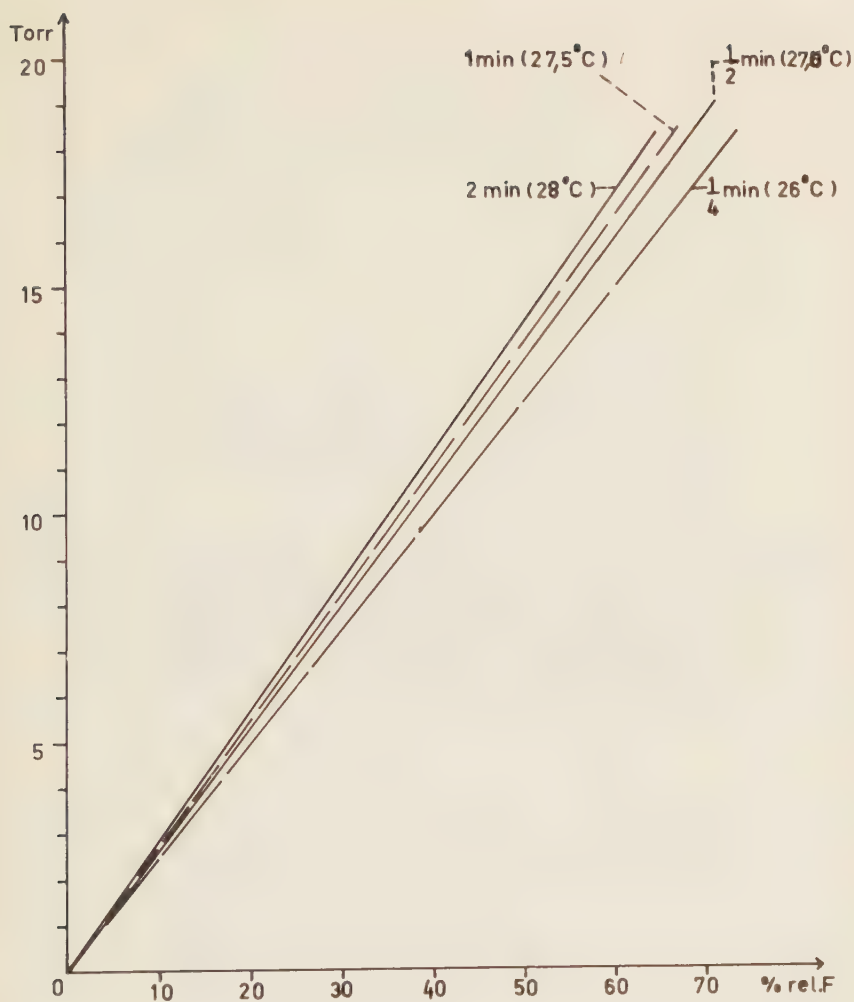


Abb. 6: Kurven für die Umrechnung von % rel. F. in Torr bei den vier verschiedenen Kapselendtemperaturen.

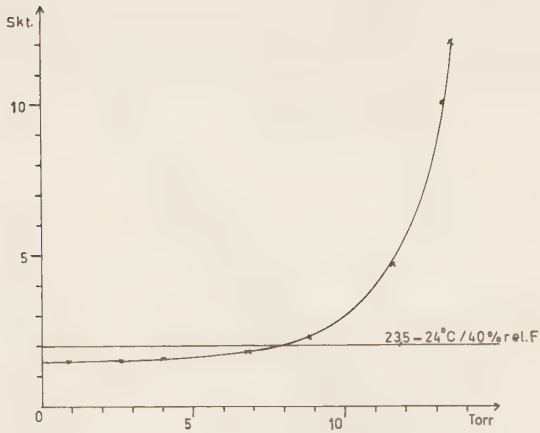


Abb. 7a: Eichkurve für die Messungen an der Handfläche
(Temperatur der Schwefelsäure = 27°C).

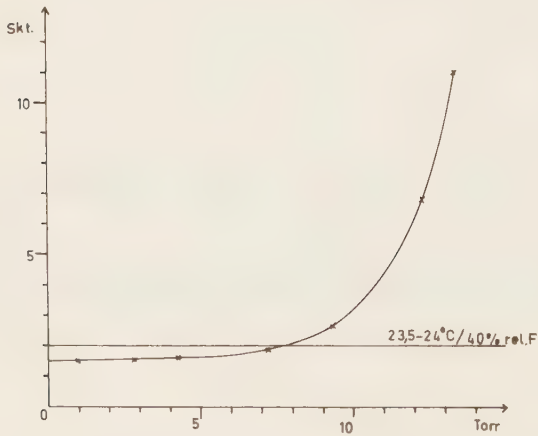


Abb. 7b: Eichkurve für die Messungen am Handrücken
(Temperatur der Schwefelsäure = $28,5^{\circ}\text{C}$).

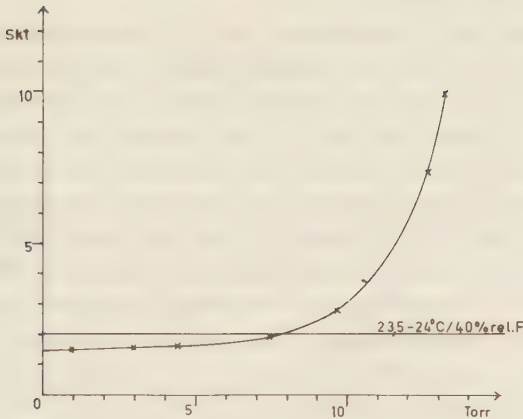


Abb. 7c: Eichkurve für Messungen am Rumpf und an den Extremitäten bei einer Meßzeit von 1 min.
(Temperatur der Schwefelsäure = 29°C).

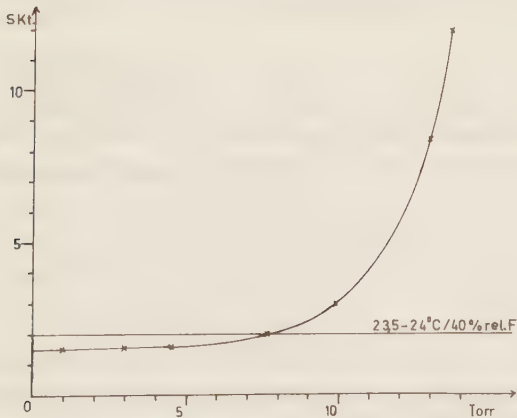


Abb. 7d: Eichkurve für Messungen am Rumpf und an den Extremitäten bei einer Meßzeit von 2 min.
(Temperatur der Schwefelsäure = $29,5^{\circ}\text{C}$).

Besonderheiten bei der Eichung des Hauttestgerätes der Firma Femia (PS-Messung)

Bei 32 - 33°C Umgebungstemperatur lag die Hauttemperatur zwischen 32°C und 36°C, je nach Lokalisation und Zustand der Haut. Im Mittel betrug die Hauttemperatur 34,7°C, die Temperatur in der Meßkapsel lag dann bei 33°C. (Die Angabe der Umgebungstemperatur bezieht sich auf die Höhe, welche die meisten zur Messung verwendeten Arme bei den Versuchen einnahmen; in Kopfhöhe war die Temperatur um 1 - 2°C höher, 50 cm über dem Fußboden (wo die Meßkapsel sich zwischen den Messungen befand) bei 31°C). Vor Aufsetzen der Kapsel zeigte das Meßinstrument bei ca. 31°C und 50 % rel. F. einen Ausgangswert von 5 Skalenteilen. Ein Ausschlag von bis zu 2 Skalenteilen muß als temperaturbedingt betrachtet werden (Anstieg von ca. 31°C auf ca. 33°C). Eine gleichzeitige Zunahme der relativen Feuchtigkeit führt zu Ausschlägen von mehr als 2 Skalenteilen. Die bei der Eichung erhaltenen Werte mußten noch auf die bei den Versuchen vorliegenden Verhältnisse (34,7°C Oberflächentemperatur, 33°C Kapselinnentemperatur) umgerechnet werden.

Tabelle 9: Eichwerte für die Messung der Perspiratio sensibilis mit dem Hauttestgerät der Firma Femia.

Substanz	rel.Luftfeuchtigk.*	Torr	Ausschlag in Skalenteilen
LiCl	10 %	4,11	nicht registrierbar, <0
MgCl ₂	33 %	13,70	2,2
CuCl ₂	67 %	27,80	38,5
NaCl	75 %	31,00	52,0
K Cl	82,4 %	34,50	71,5
H ₂ O (Aq.dest.)	100,0 %	41,50	nicht registrierbar, >100

* Relative Luftfeuchtigkeit über den zur Eichung verwendeten gesättigten Salzlösungen, bei einer Lösungs- und Kapselinnentemperatur von 34,7°C.

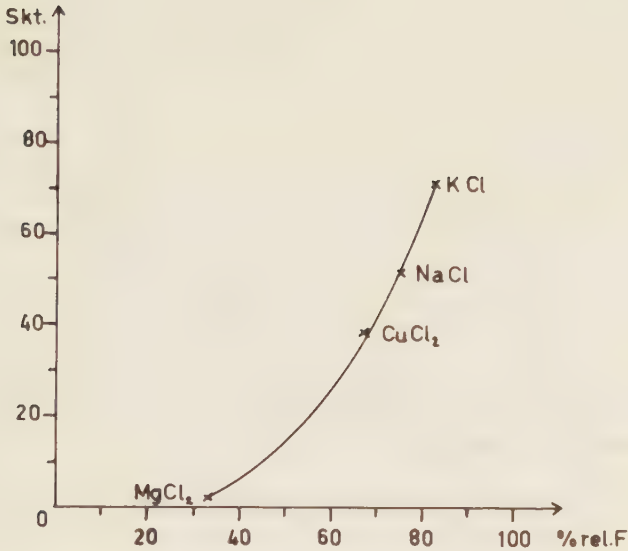


Abb. 8: Eichkurve des Hauttestgerätes der Firma Femia

Durchführung der Messungen

1.) Klimabedingungen im Versuchsraum

Die Temperatur und die relative Luftfeuchtigkeit im Versuchsraum wurden konstant gehalten. Bei den PI-Messungen betrug die Temperatur 23 - 24°C, die relative Luftfeuchtigkeit 40 %. Die PS-Messungen wurden bei 31 - 32°C (in Höhe der Unterarme) durchgeführt. In Kopfhöhe betrug die Temperatur dann ca. 33°C.

In Vorversuchen hatte sich diese Temperatur als ausreichend für die Stimulierung einer ausgiebigen thermoregulatorischen Schweißsekretion erwiesen. Bei weiterer Temperatursteigerung hätte die Schweißsekretion zwar noch weiter deutlich zugenommen, mit Rücksicht auf die Versuchspersonen, bei denen es sich zumeist um Patienten der Universitätshautklinik handelte, wurde darauf verzichtet.

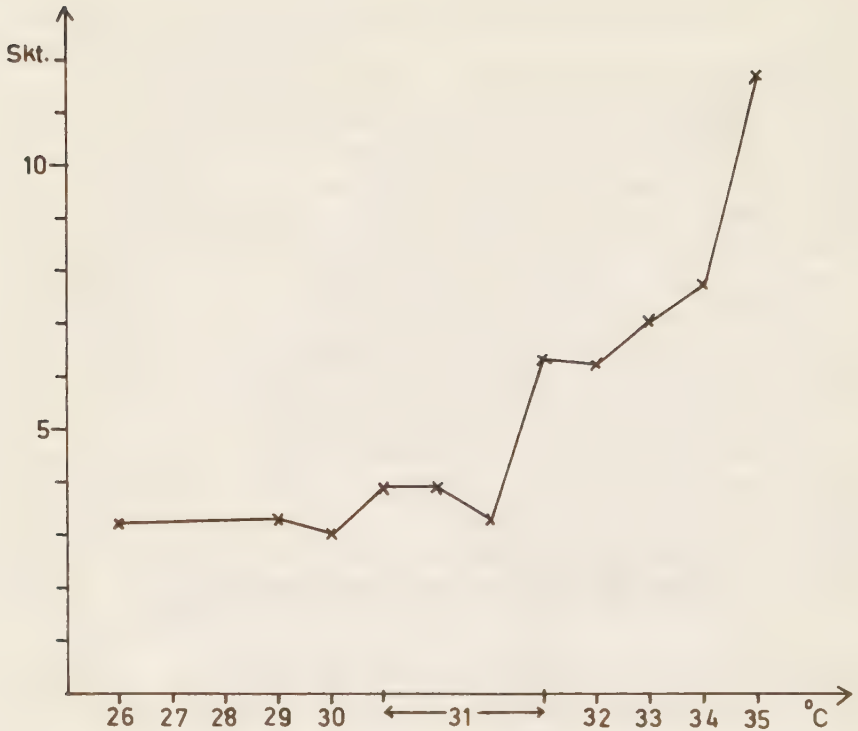


Abb. 9: Hautwasserabgabe einer Versuchsperson bei Steigerung der Temperatur von 26°C auf 35°C; die Temperatur von 31°C wurde für längere Zeit beibehalten.

In verschiedenen Versuchen wurde bei allmählicher Steigerung der Temperatur eine zunächst überschießende Regulation beobachtet; die Höhe des Ausschlages fiel danach wieder etwas ab, um bei weiterer Temperatursteigerung erneut anzusteigen. Beim plötzlichen Wechsel aus dem indifferenten Temperaturbereich in den aufgeheizten Versuchsraum zeigte sich diese Erscheinung noch deutlicher; um vergleichbare Ergebnisse zu erhalten, wurde deshalb bei den PS-Messungen und bei den PI-Messungen eine Akklimatisationszeit von 15 Minuten eingehalten.

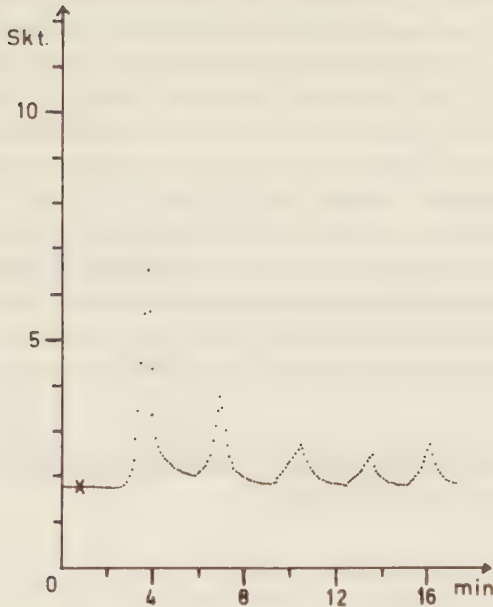


Abb. 10: Verhalten der Hautwasserabgabe bei einer Versuchsperson, ca. 4, 7, 11, 13 und 15 Minuten nach plötzlichem Wechsel vom indifferenten Temperaturbereich in den Versuchsraum (32°C).

2.) Versuchspersonen

Hier müssen verschiedene, im Abschnitt "Physiologie" besprochene Faktoren berücksichtigt werden (Literatur siehe dort). Um geschlechtsbedingte Unterschiede der HWA auszuschalten, wurden nur männliche Versuchspersonen herangezogen. Die Altersunterschiede wurden beim Vergleich einer erkrankten Gruppe mit Normal-Personen ("Vergleichsnormal") nach Möglichkeit berücksichtigt, indem aus den Normalpersonen eine Gruppe ausgewählt wurde, deren Durchschnittsalter dem der erkrankten Gruppe entsprach. Bei den PI-Messungen trugen die Patienten die normale Klinikskleidung, bei den PS-Messungen nur eine Hose. Wegen der Abhängigkeit der Schwitzbereitschaft von der Tageszeit und dem Zeitpunkt der letzten Mahlzeit wurden die PS-Versuche alle im gleichen

Zeitraum - am frühen Nachmittag - durchgeführt. Die Art der Kost und die Flüssigkeitsaufnahme konnten nicht kontrolliert werden (die Ergebnisse eines Patienten, der kurz vor der Messung Bier getrunken hatte, wurden nicht verwertet wegen einer auffälligen Steigerung der palmaren Schweißsekretion bei Indifferenztemperatur). Die schwerwiegendsten Unsicherheitsfaktoren von Seiten der Patienten bestehen

- a. in der individuell unterschiedlichen Wasserdampfdiffusion und Schweißsekretion bei derselben Temperatur (194),
- b. in der unterschiedlichen HWA bei demselben Patienten an derselben Hautstelle von Minute zu Minute, von Tag zu Tag (194). CUSTANCE (36) berichtet von einer zyklischen Schweißdrüsen-tätigkeit.

Beispiel: Folge von Messungen der HWA an den Unterarmen bei einer Versuchsperson

li.Unterarm	re.Unterarm
10,6	
	8,55
6,35	
	7,80
8,90	
	4,15
5,15	
	4,35
5,95	
	5,15

Meßzeit: 2 min

Die Messungen wurden unmittelbar nacheinander durchgeführt.

Maßeinheit:
Skalenteile

Ein Vergleich bei Normalpersonen ergab Seitendifferenzen zwischen der linken und der rechten oberen Extremität; wegen ihrer Geringfügigkeit wurde der Mittelwert verwendet.

Schon die geringste psychische Tätigkeit verändert die Funktion der Hautdrüsen (181). Gesunde und Kranke verhalten sich bei der experimentellen Prüfung ihrer Schweißdrüsen oft ganz verschieden

bei der ersten und den späteren Untersuchungen, da sich der stärkere Eindruck, den der Apparat bei der ersten Messung auf sie ausübt, sich in einer lebhafteren Schweißbildung ausprägt (181).

Während einer Folge von Messungen an derselben Stelle am Unterarm, die zunächst der Feststellung der Konstanz oder Inkonstanz der PS an einer Stelle dienen sollte, wurde ein psychischer Reiz gegeben (Titelbild einer Illustrierten!); die HWA stieg sprunghaft an und ging bei Reiz-Ende sofort zurück; die Wiederholung der Darbietung desselben Reizes zeigte keinen sicheren Reizerfolg, die Gewöhnung trat also sofort ein; das steht im Einklang mit den Ergebnissen von KENNARD (99). Im Bereich des thermalen Schwitzens ist die Auslösbarkeit emotioneller Schwitzreaktionen nicht auf Handfläche, Fußsohle und Achselhöhle beschränkt (99, 115). Der Versuch zeigt außerdem die geringe Trägheit des Meßgerätes.

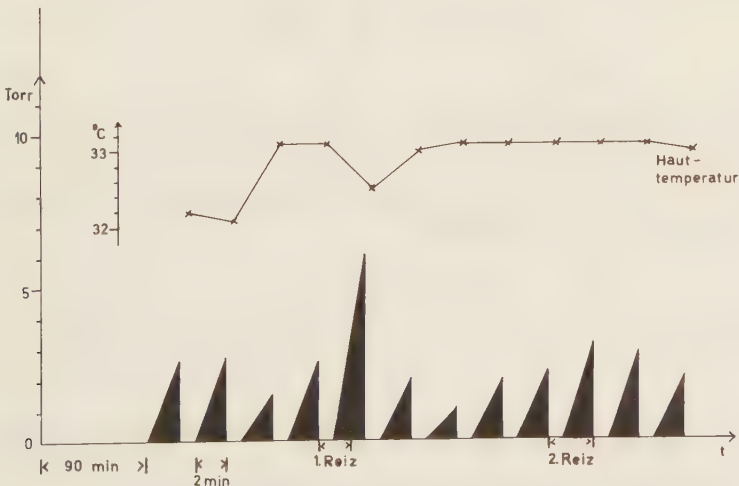


Abb. 11: Beobachtung der Hautwasserabgabe während 35 min an der Beugeseite des Unterarms bei 34°C Raumtemperatur und 50 % rel. F.

Berechnung der absoluten Feuchtigkeit

Dazu darf die absolute Gasgleichung benützt werden, da der kleinen Dampfdrucke wegen sich der Wasserdampf noch weitgehend ideal verhält. Somit gilt:

$$\text{Absolute Feuchte } f = \frac{m_w}{V} = \frac{P_w}{R_w \cdot T} \quad (122)$$

m_w = Masse des Wassers

V = Volumen der feuchten Luft in der Kapsel

P_w = Partialdruck des Wasserdampfes

R_w = Gaskonstante von Wasserdampf = $47,07 \left(\frac{\text{m}}{\text{g} \cdot \text{rd}} \right)$

T = absolute Temperatur

Für P_w gilt: $P_w = \phi \cdot p_s$

ϕ = relative Feuchtigkeit

p_s = Sättigungsdampfdruck

Durch Einsetzen dieser Gleichung in die erste Gleichung ergibt sich für die Masse des Wasserdampfes:

$$m_w = \frac{\phi \cdot p_s \cdot V}{R_w \cdot T} = p_w \cdot K$$

K = Konstante

Die Differenz zwischen der Masse des Wassers in der Kapsel vor der Messung und der Masse des Wassers am Ende der Messung entspricht der Masse des Wasserdampfes, der während der Messung von der Meßstelle aus verdampfte:

$$\begin{aligned} \Delta m &= m_{w2} - m_{w1} \\ &= P_{w2} \cdot K_2 - P_{w1} \cdot K_1 \end{aligned}$$

m_{w1} , T_1 , p_{s1} , P_{w1} , K_1 , ϕ_1 : Werte vor bzw. bei Beginn der Messung

m_{w2} , T_2 , p_{s2} , P_{w2} , K_2 , ϕ_2 : Werte am Ende der Messung.

I Berechnung des Δm bei den PI-Messungen

$$m_{w_1} = \frac{P_{w_1} \cdot V}{R_w \cdot T_1}$$

$$V \approx 81 \text{ ccm}$$

$$R_w = 4707 \frac{\text{cm}}{\text{grd}}$$

$$T_1 = 296,5^\circ \text{ K}$$

$$P_{w_1} = 8,69 \text{ Torr}$$

Setzt man diese Werte in obige Gleichung ein, so ergibt sich:

$$\begin{aligned} m_{w_1} &= \frac{8,69 \cdot 81}{4707 \cdot 296,5} \frac{\text{Torr} \cdot \text{cm}^3 \cdot \text{grd}}{\text{cm} \cdot \text{grd}} \\ &= 5,044 \cdot 10^{-4} \text{ Torr} \cdot \text{cm}^2 \end{aligned}$$

Umrechnung in Masseneinheit:

$$1 \text{ Torr} \hat{=} 1,36 \frac{\text{g}}{\text{cm}^2}$$

also gilt:

$$m_{w_1} = 5,044 \cdot 10^{-4} \cdot 1,36 \cdot 10^3 \text{ mg}$$

Somit gilt für Δm :

$$\Delta m = P_{w_2} \cdot K_2 - 0,686 \text{ mg}$$

Beispiel:

Die Messungen ergaben an der Handfläche einen Anstieg des Wasserdampfdruckes in der Kapsel von 11 Torr innerhalb von 15 sec. bei $23,5^\circ \text{C}$ Umgebungstemperatur. Also gilt:

$$\Delta m = K_2 \cdot 11 \text{ Torr} - 0,686 \text{ mg}$$

$$K_2 = \frac{V}{R_w \cdot T_2} = \frac{81}{4707 \cdot 299} \frac{\text{cm}^3 \cdot \text{grd}}{\text{cm} \cdot \text{grd}}$$

$$K_2 = 5,75 \cdot 10^5 \text{ cm}^2$$

Also gilt für Δm :

$$\begin{aligned}\Delta m &= 5,75 \cdot 11 \cdot 10^5 \text{ Torr} \cdot \text{cm}^2 - 0,686 \text{ mg} \\ &= 0,862 \text{ mg} - 0,686 \text{ mg} \\ &= 176 \gamma\end{aligned}$$

Die Grundfläche der Kapsel beträgt $16,6 \text{ cm}^2$.
 1 cm^2 Haut gab also $10,6 \gamma$ Wasser in 15 sec ab.

Ergebnisse an den übrigen Meßstellen bei Normalpersonen
 (Perspiratio insensibilis):

Handrücken:	$\frac{0,8 \gamma}{\text{cm}^2}$	in 30 sec
Unterarmbeuge- seite, proximal:	$\frac{0,2 \gamma}{\text{cm}^2}$	in 60 sec
Unterarmbeuge- seite, distal:	$\frac{1,7 \gamma}{\text{cm}^2}$	in 60 sec
Oberschenkel- streckseite:	$\frac{2,0 \gamma}{\text{cm}^2}$	in 120 sec

Diese Werte und insbesondere die bei den PS-Messungen erhaltenen Werte liegen zu niedrig (128, 73, 195, 45). Um quantitative Aussagen in Absolutwerten machen zu können, hätte eine genauere Eichung durchgeführt werden müssen, und vor allem hätte die Temperatur in der Kapsel bei jedem Versuch mitgemessen werden müssen.

Wegen ihres exponentiellen Verlaufes wurden die Eichkurven trotzdem auf die Meßergebnisse angewendet; die relativen Aussagen werden dadurch genauer als bei einer Angabe der Ergebnisse in Skalenteilen.

3. Meßstellen

Soweit möglich wurden bei den verschiedenen Krankheitszuständen vergleichende Messungen der Feuchtigkeitsabgabe von Herdbezirk und unveränderter Haut durchgeführt (symmetrisch- oder benachbart-

gelegene unveränderte Hautstelle). Zum Vergleich bei symmetrischem oder generalisiertem Befall wurde die PI bei 15 und die PS bei 20 Normalpersonen ermittelt. Bei den PI-Messungen wurden als Vergleichsstellen Handfläche, Handrücken, Unterarmbeugeseite (proximal und distal) sowie die Oberschenkel-Streckseite gewählt; bei den PS-Messungen: Handfläche, Handrücken und Unterarmbeugeseite (proximal). Gesichtspunkte für diese Auswahl sind die normale Anatomie (keine apokrinen Drüsen), die Häufigkeit des Befalls und die leichte Durchführbarkeit der Messungen. -

Die günstigste Stelle ist die proximale Unterarmbeugeseite; die Haut ist hier gut durchblutet, hat eine mittlere Schweißdrüsendichte und kein zu starkes stratum corneum; die Auflagefläche für die Kapsel ist bei fast allen Versuchspersonen ausreichend groß.

4. Meßvorgang

Die Meßkapseln können nach kurzer Anheizzeit des Meßverstärkers auf die Haut aufgesetzt werden. Die Aufzeichnung bzw. der Zeigeraussschlag beginnt sofort. Nach Ablauf der gewünschten Meßzeit nimmt man die Kapseln von der Meßstelle und läßt die Elemente trocknen. Während der Messung sitzt der Patient auf einem Stuhl, die Unterarme werden auf einen Tisch aufgelegt, um bei allen Messungen möglichst gleiche Durchblutungsverhältnisse zu gewährleisten.

Auf Grund der Vielzahl der nicht konstant zu haltenden Einflüsse lassen kleine Differenzen der HWA keine Schlüsse zu; zum Teil ergaben sich jedoch so große, gleichgerichtete Differenzen (ein "Trend der Werte", 194) bei der Mehrzahl oder der Gesamtheit der Versuchspersonen einer Gruppe, daß der Zufall unwahrscheinlich wird.

Ergebnisse

Die wesentlichen Ergebnisse über die Abweichungen der HWA bei den untersuchten Hautkrankheiten sind in den zwei folgenden Übersichten zusammengestellt. Dabei wurde die Differenz $\Delta \bar{x}$ zwischen den Mittelwerten der betreffenden Hautveränderungen und den bei Normalpersonen gefundenen Mittelwerten bzw. den Mittelwerten gesunder Vergleichsstellen derselben Versuchsperson in ihrem Ausmaß durch Symbole ausgedrückt.

Zeichenerklärung:

- - -	Verminderung der PI bzw. PS um mehr als 20% d.Normalwerts
- -	" " " " " liegt zw. >10 u.20% d. "
-	" " " " " " " > 3 u.10% " "
(-)	" " " " " " " 0 u. 3% " "
Ø	keine Abweichung vom Normalwert
(+)	Erhöhung der PI bzw. PS liegt zw. 0 u. 3 % d.Normalwerts
+	" " " " " " " >3 u.10 % " "
++	" " " " " " " >10 u.20 % " "
+++	" " " " " " " um mehr als 20 % " "

In der jeweils rechts von diesen Symbolen stehenden Spalte ist die Zahl der Versuchspersonen, die Zahl der bei ihnen untersuchten Handflächen etc. und die Zahl derjenigen Meßstellen angegeben, deren HWA mindestens ebenso sehr vom Normal-Mittelwert der HWA abweicht wie der Mittelwert der HWA der veränderten Hautbezirke, bzw. die Zahl derjenigen Herde, deren HWA mindestens ebenso sehr von der zugehörigen gesunden Vergleichsstelle abweicht wie ihr Mittelwert von dem Mittelwert der HWA der gesunden Bezirke.

Handfläche:



besagt z.B.: bei 5 verschiedenen Versuchspersonen konnte an 7 Handflächen gemessen werden; davon zeigten 4 eine Abweichung vom Normalmittelwert, die mindestens ebenso groß ist wie die Abweichung des Mittelwertes aller 7 Handflächen.

NP = Normalpersonen

Tabelle 10: Übersicht über das Verhalten der PI bzw. der HWA bei 24°C (an den Handflächen).

Haut- veränderung	nicht befallene Handflächen im Vergleich zu NP		nicht befallene Handrücken im Vergleich zu NP		nicht befallene Beugesseiten des Unterarms, prox. im Vergl. zu NP	
	$\Delta \bar{x}$		$\Delta \bar{x}$		$\Delta \bar{x}$	
Endogenes Ekzem	$\emptyset$	7 VP				
Seborrhoisches Ekzem	++	$\frac{12}{16}$ 8 Vp			++	$\frac{6}{7}$ 4 Vp
Vulgäres Ekzem	+	$\frac{4}{6}$ 3 Vp	-			
Stauungs- Ekzem						
Dyshidrotisches Ekzem	(-)	$\frac{2}{3}$ 3 VP	-	$\frac{5}{5}$ 3 Vp	(-)	$\frac{11}{15}$ 8 V
Generalisierte Erythrodermie						
Psoriasis	$\emptyset$	20 Vp			(+)	$\frac{13}{38}$ 19
Erythematodes integumentalis						
Porphyria cutanea tarda	--	$\frac{3}{4}$ 2 Vp	-	$\frac{2}{4}$ 2 Vp		
Mycosis fungoides						
Retikulosarkom						
Verbrennungs- narben						

	kranke Handflächen		kranke Handrücken		kranke Unterarmbeugeseiten proximal		Herde in Bezug auf gesunde Vergl.-Stellen	
	$\Delta \bar{x}$		$\Delta \bar{x}$		$\Delta \bar{x}$		$\Delta \bar{x}$	
			$\emptyset$	5 Vp	++	$\frac{4}{8}$ 4 Vp	+	$\frac{14}{16}$ 15 Vp
			+	$\frac{4}{7}$ 2 Vp	++	$\frac{11}{12}$ 7 Vp	+++	$\frac{5}{8}$ 8 Vp
	$\emptyset$	2 Vp	$\emptyset$	3 Vp	++	$\frac{5}{7}$ 4 Vp		
							++	$\frac{10}{17}$ 9 Vp
	-	$\frac{12}{14}$ 7 Vp	(+)	$\frac{4}{7}$ 4 Vp				
	+	$\frac{4}{7}$ 2 Vp	Oberschenkel +++	$\frac{6}{6}$ 3 Vp	++	$\frac{6}{6}$ 3 Vp		
Vp							++	$\frac{17}{33}$ 20 Vp
	--	$\frac{3}{4}$ 2 Vp	-	$\frac{3}{4}$ 2 Vp	-	$\frac{4}{4}$ 2 Vp		
					+++	$\frac{3}{4}$ 2 Vp	++	$\frac{3}{3}$ 2 Vp
							+	$\frac{2}{4}$ 2 Vp
							++	$\frac{3}{3}$ 1 Vp

Tabelle 11: Übersicht über das Verhalten der HWA bei 32°C.

Haut- veränderung	nicht befallene Handflächen		nicht befallene Handrücken		nicht befallene Beuteseite des Unterarms, prox.	
	$\Delta \bar{x}$		$\Delta \bar{x}$		$\Delta \bar{x}$	
Endogenes Ekzem	---	$\frac{4}{6}$ 3 Vp	---	$\frac{6}{7}$ 4 Vp	---	$\frac{2}{3}$ 3 Vp
Seborrhoisches Ekzem	-	$\frac{4}{10}$ 5 Vp	---	$\frac{9}{10}$ 5 Vp	---	$\frac{7}{8}$ 4 Vp
Vulgäres Ekzem	-	$\frac{5}{10}$ 5 Vp	---	$\frac{6}{10}$ 5 Vp	-	$\frac{8}{10}$ 5 Vp
Stauungs- Ekzem						
Dyshidrotisch. Ekzem	+	$\frac{4}{6}$ 3 Vp	-	$\frac{5}{8}$ 4 Vp	-	$\frac{8}{12}$ 5 Vp
Psoriasis	-	$\frac{4}{8}$ 4 Vp	---	$\frac{8}{8}$ 4 Vp	---	$\frac{11}{11}$ 6 Vp
Porphyria cutanea tarda	(-)	$\frac{6}{10}$ 5 Vp			+++	$\frac{4}{8}$ 4 Vp
erhöhte Transaminasen	(-)	$\frac{14}{26}$ 14 Vp	+++	$\frac{9}{19}$ 10 Vp	+++	$\frac{12}{23}$ 12 Vp
Mycosis fungoides						
Verbrennungs- narben						

kranke Handflächen		kranke Handrücken		kranke Unterarmbeugeseite proximal		Herde in Bezug auf gesunde Vergleichsstellen	
$\Delta \bar{x}$		$\Delta \bar{x}$		$\Delta \bar{x}$		$\Delta \bar{x}$	
++	$\frac{3}{4}$ 2 Vp	+++	$\frac{2}{2}$ 1 Vp	+++	$\frac{6}{8}$ 4 Vp	+++	$\frac{10}{10}$ 5 Vp
---	$\frac{3}{6}$ 3 Vp	++	$\frac{3}{8}$ 4 Vp	+++	$\frac{5}{6}$ 3 Vp	+++	$\frac{18}{20}$ 9 Vp
(-)	$\frac{2}{6}$ 3 Vp	---	$\frac{4}{6}$ 3 Vp	+++	$\frac{4}{8}$ 4 Vp	+++	$\frac{4}{7}$ 4 Vp
						---	$\frac{5}{10}$ 8 Vp
---	$\frac{4}{6}$ 3 Vp	-	$\frac{3}{4}$ 2 Vp			--	$\frac{2}{2}$ 2 Vp
						+++	$\frac{17}{20}$ 8 Vp
		+++	$\frac{6}{7}$ 4 Vp			+++	$\frac{4}{6}$ 3 Vp
						+++	$\frac{4}{4}$ 2 Vp
						+++	$\frac{4}{4}$ 2 Vp

Zum Vergleich der eigenen Ergebnisse mit den Schrifttumsangaben über die HWA im Herdbereich wurden diese in 2 Tabellen in Anlehnung an HOLZMANN, KORTING und OEHMICHEN (86) zusammengestellt.

Tabelle 12: Schrifttumsangaben über das Verhalten der Perspiratio insensibilis bei verschiedenen Hautkrankheiten

Hautveränderung	Perspiratio insensibilis im Herdbereich	Autor
Endogenes Ekzem	>	HOLZMANN, KORTING und OEHMICHEN (86)
Seborrhoisches Ekzem	>	HOLZMANN, KORTING und OEHMICHEN (86)
Vulgäres Ekzem	>	HOLZMANN, KORTING und OEHMICHEN (86)
Erythrodermie	W	ROTHMAN (163) FELSHER u. ROTHMAN (47) MALI (127)
Psoriasis vulgaris	W (50-200%)	SHELLY u. ARTHUR (186) ROTHMAN (163) HOLZMANN, KORTING und OEHMICHEN (86)
Hyperkeratose	W	ROTHMAN u. FELSHER (165) SODEMAN (193)

Tabelle 13: Schrifttumsangaben über das Verhalten der (stimulierten) Schweißsekretion bei verschiedenen Hauterkrankungen.

Krankheit	Schweißsekretion im Herdbereich	Autor
Endogenes Ekzem	+	KORTING (104, 105)
Atopic eczema	30-100 % Retention mit Ausnahme der Gelenkbeugen	CORMIA u. KUYKENDALL (35)
Seborrhoische Dermatitis	80 % Retention	CORMIA u. KUYKENDALL (35)
Seborrhoisches Ekzem		
Vulgäres Ekzem	Ø Ø Ø Ø Ø ohne Unterschied keine Aufhebung	KAPOSI (96) GARBI (57) ACKERMANN (1) HALTER (67) CORMIA u. KUYKENDALL (35) DEGOS (40) QUINCKE (154)
Stauungsekzem	90 % Retention	CORMIA u. KUYKENDALL (35)
Dyshidrotisches Ekzem		SULZBERGER, HERRMANN u. ZAK (202)
Erythrodermie	Ø	CORMIA u. KUYKENDALL (35)
Psoriasis vulgaris	Ø Ø Ø Ø Ø Ø Ø Ø keine Aufhebung	AUBERT (11) KAPOSI (96) GARBI (57) ACKERMANN (1) HALTER (67) CORMIA u. KUYKENDALL (35) MITCHELL u. FORSTNER (134) HERRMANN u. KIM (79) und viele andere Autoren QUINCKE (154)
Hyperkeratose		CORMIA u. KUYKENDALL (35)
(Lupus) Erythematodes	Ø	KERNEN (100)
Mycosis fungoides	geringe oder keine Retention normal bis auf- gehoben	CORMIA u. KUYKENDALL (35) KERNEN (100)

Besprechung der Ergebnisse im Einzelnen

I Normalwerte

Wie schon ausgeführt, können diese Normalwerte, vor allem was die PS betrifft, nicht als absolute Zahlenangaben über die Höhe der HWA dienen, sondern nur als Maßstab für die relativen Abweichungen der HWA von der Norm bei verschiedenen krankhaften Hautveränderungen.

Die Seitendifferenzen der PI waren geringer als bei der PS, was vielleicht darauf zurückzuführen ist, daß es sich bei der PI im wesentlichen um einen physikalisch bedingten Diffusionsvorgang, bei der PS jedoch um einen zentral gesteuerten Vorgang handelt.

Der Mittelwert der PS lag sowohl an der Handfläche als auch an Handrücken und Unterarm auf der rechten Seite etwas höher als auf der linken Seite; dies traf auch zu bei einer Personengruppe, die sich ausschließlich aus Rechtshändern zusammensetzte. Bei einer Gruppe von Linkshändern ließ sich wegen der geringen Zahl der Versuchspersonen ein Trend nicht sicher feststellen. Die Deutung der Befunde wurde dadurch erschwert, daß die Mehrzahl der Versuchspersonen der Linkshändergruppe teilweise auf den Gebrauch der rechten Hand umgelernt hatten.

Bei der PI wurde kein ausgeprägter Trend im Zusammenhang mit der Händigkeit nachgewiesen; auffällig war nur ein Ergebnis: am Unterarm war die PI bei 8 von 11 Rechtshändern links höher als rechts, bei den übrigen 3 Personen bestand Seitengleichheit.

Eine Altersabhängigkeit kam bei der PI kaum, bei der PS nur schwach zum Ausdruck. Trotzdem wurden zum Vergleich mit erkrankten Personen die Normalpersonen altersentsprechend ausgewählt.

Tabelle 14: Perspiratio sensibilis bei 15 gesunden Versuchspersonen.

Nr.	Alter	Handfläche		Handrücken		Unterarm		Händigkeit
		links	rechts	links	rechts	links	rechts	
193	22	7,75	7,50	9,30	12,15	1,55	0,55	
223	22	6,60	7,75	9,95	11,35	3,35	5,30	re
180	23	12,45	10,05	0,90	1,00	0,00	0,00	li
177	24	10,00	12,40	3,95	10,70	5,60	4,45	re
205	25	10,75	12,20	11,40	14,05	6,10	5,55	re
204	26	15,15	15,55	1,95	3,75	0,00	0,90	li
202	26	12,75	13,95	1,25	1,30	0,10	0,10	
217	26	14,35	14,55	14,85	12,50	9,30	12,65	re
194	27	9,35	7,15	3,40	1,90	0,00	0,15	re
199	30	9,95	11,85	4,60	3,55	0,95	0,95	li
209	39	7,20	8,80	0,50	0,65	0,05	0,00	
201	48	11,35	14,15	1,55	1,35	0,80	0,30	re
233	50	8,90	9,50	2,45	9,15	0,45	2,85	li
239	52	7,65	6,60	6,40	8,85	0,00	0,00	re
185	57	12,15	12,40	2,40	2,50	0,15	0,25	re
210	59	10,45	11,20	1,00	0,35	0,40	3,95	re
189	65	4,60	3,75	0,65	0,90	0,00	0,00	re
222	65	5,05	4,35	0,55	0,95	1,90	1,70	
216	67	8,60	8,05	1,55	1,15	0,00	0,00	re
$\bar{x}$	40	9,70	10,10	4,10	5,20	1,60	2,10	
Mittelwert aus den Werten beider Seiten		9,9		4,7		1,9		

Tabelle 15: Perspiratio insensibilis bei 15 gesunden Versuchsperso

Die Dauer der Messungen ist in Klammern bei der jeweil
gen Meßstelle angegeben.

Die Zahlen geben den in der Kapsel registrierten
Dampfdruck-Anstieg in Torr an.

Versuch Nr.	Alter	Handfläche (1/4 min)		Handrücken (1/2 min)	
		li	re	li	re
125	20	13,2	12,2	9,0	8,
108	22	12,3	12,5	9,3	9,
70; a, 1 103	24	11,7	13,1	8,8	8,
126	24	13,0	12,5	8,7	8,
128	24	11,0	10,4	9,6	10,
96	25	12,6	12,6	9,4	9,
98	25	9,1	9,5	8,2	8,
127	26	10,9	10,9	8,7	9,
102	30	12,0	12,9	9,8	9,
130	55	8,4	8,1	8,4	8,
150	58	8,9	8,5	8,7	9,
151	62	11,9	10,2	9,0	8,
152	62	11,2	9,9	9,5	9,
149	63	10,0	10,0	8,7	8,
129	76	9,5	9,4	8,4	8,
$\bar{X}$	40	11,1	10,9	8,9	9,
$\bar{X}$ aus den Werten beider Seiten		11,0		9,0	

nen

i-

	Unterarm prox. (1 min)		Unterarm dist. (1 min)		Oberschenkel (2 min)		Händig- keit
	li	re	li	re	li	re	
8	9,4	9,4	8,4	8,3	11,3	10,5	li + re
9	11,6	9,9	10,4	11,0	11,3	10,7	re
8	9,1	9,1	8,4	8,4	10,7	8,7	re
7	9,4	8,8	8,7	9,1	8,7	9,1	re
3	8,7	8,3	9,8	9,1	8,7	8,5	re
5	9,6	9,4	9,1	9,6	8,7	9,0	re
3	8,0	8,0	8,0	8,2	7,9	8,0	re
4	9,7	9,1	9,6	9,4	9,3	9,1	re
4	8,0	7,9	11,6	9,4	10,2	12,2	re
4	8,4	8,3	8,5	8,2	9,4	10,7	re
1	8,2	8,2	8,7	8,8	8,7	10,0	li
7	9,6	9,6	13,0	11,2	8,6	8,7	re
0	8,4	8,2	9,1	8,5	8,5	8,5	re
7	8,5	8,7	8,0	9,0	8,5	8,7	li
3	8,4	8,2	8,0	8,0	8,2	8,0	re
0	9,0	8,7	9,3	9,1	9,3	9,4	
	8,9		9,2		9,4		

Ekzemgruppe

Beim endogenen, und noch deutlicher beim seborrhoischen Ekzem, stellten wir eine Erhöhung der HWA bei 24°C im Herdbereich fest, die sich bei allen drei Ekzemgruppen auch im Vergleich mit gesunden Personen zeigte. Aber nicht nur die manifest erkrankte Haut des Ekzematikers wird für Wasser durchlässiger; zumindest bei den seborrhoischen Ekzematikern war dies auch an anscheinend gesunden Stellen der Fall.

Beim Herdvergleich setzten wir die Dampfdruckzunahme über den nicht manifest erkrankten Hautstellen = 100 %, beim Vergleich von Herden und nicht manifest erkrankten Hautstellen mit den entsprechenden Stellen bei Normalpersonen setzten wir die Dampfdruckzunahme bei Normalpersonen = 100 %. Die Differenz zwischen Bezugswert = 100 % und der HWA an der jeweiligen Vergleichsstelle gaben wir in % des Bezugswertes an.

Die Messungen wurden so früh als möglich nach der Aufnahme in die Klinik durchgeführt; bei einem Teil der Patienten wurden sie kurz vor der Entlassung wiederholt; letztere Werte sind in Klammern angegeben.

Ergebnisse der Ekzemgruppe:1. Herdvergleich bei 24°C

	Zahl d. Herde	Zahl d. Pat.	Differenz in %
Endogenes Ekzem	16 (10)	6 (5)	+ 8 % (+ 7 %)
Seborrhoisches Ekzem	8 (4)	4 (2)	+ 23 % (+ 1 %)

2. Vergleich von Herden mit den entsprechenden Hautstellen bei Normalpersonen (bei 24°C)

		Zahl der Patienten	Differenz in %
Endogenes Ekzem	8 Unterarmbeuge-seiten, proximal	4	+ 18 %
	5 Unterarmbeuge-seiten, distal	3	+ 1 %
	10 Handrücken	5	keine Differenz
Seborrhoisches Ekzem	12 Unterarmbeuge-seiten, prox. (10)	8 (5)	+ 29 % (+ 12 %)
	6 Unterarmbeuge-seiten, distal (6)	3 (3)	+ 17 % (+ 2 %)
	4 Handrücken (2)	2 (1)	+ 7 % (+ 5 %)
Vulgäres Ekzem	7 Unterarmbeuge-seiten, prox. (7)	4 (4)	+ 15 % (+ 9 %)
	5 Handrücken (5)	3 (3)	- 1 % (- 5 %)
	4 Handflächen (4)	2 (2)	- 1 % (- 1 %)

3. Vergleich von nicht manifest erkrankten Hautstellen mit den entsprechenden Stellen bei Normalpersonen

		Zahl d. Pat.	Differenz in %
Endogenes Ekzem	14 Handflächen	7	- 2 %
Seborrhoisches Ekzem	16 Handflächen	8	+ 19 %
	7 Unterarmbeugeseiten	4	+ 17 %
Vulgäres Ekzem	6 Handflächen	3	+ 8 %

Nach ACKERMANN (1) schränkt der Körper den regulierbaren Anteil der HWA, die Schweißsekretion, als Schutzmaßnahme kompensatorisch ein. Übersteigt der nicht regulierbare Anteil der Perspiratio diese Kompensationsmöglichkeit, so kommt es zu einer gesteigerten HWA (1), wie wir sie bei allen drei Ekzementypen an einem Teil der Meßstellen registrierten. In manchen Fällen wird der regulierbare Teil der HWA nicht nur kompensatorisch eingeschränkt, sondern die Ansprechbarkeit der Schweißdrüsen, wahrscheinlich auf vegetativ-nervösem Weg, direkt gehemmt (1).

Die Erhöhung der HWA und vor allem die erhöhte Wasserbindungsbereitschaft der Gewebe (218) kann zu einer Wasser-Retention im Volhardschen Wasserversuch führen. Besserung der Diurese geht mit einer Besserung der Hauterscheinungen und einer Angleichung der extrarenalen Ausscheidung an die Norm einher (1). Konnte man bei Normalpersonen bei einer Umgebungstemperatur von 32°C die HWA zum größten Teil als Sekretionsleistung der Schweißdrüsen betrachten und von Perspiratio sensibilis sprechen, so ist dies, wie die Versuche zeigten, bei erkrankter Haut nicht statthaft; die HWA kann durch die hohe PI vermehrt sein bei verminderter oder fehlender Schweißsekretion, wie sie beim Ekzem beschrieben wird.

4. Herdvergleich bei 32°C

	Zahl der Herde	Zahl d.Pat.	Differenz in % der Norm
Endogenes Ekzem	9 (5)	5 (4)	+ 490 % (+ 140 %)
Seborrhoisches Ekzem	20 (2)	9 (2)	+ 110 % (+ 39 %)
Vulgäres Ekzem	7 (5)	4 (4)	+ 280 % (+ 61,5%)

5. Vergleich von Herden mit den entsprechenden Stellen bei Normalpersonen

		Zahl d.Pat.	Differenz in % der Norm
Endogenes Ekzem	4 Handflächen (4)	2 (2)	+ 13 % (+ 5 %)
	2 Handrücken (1)	1 (1)	+ 24 % (+ 57 %)
	8 Unterarmbeuge- seiten, proximal (6)	4 (3)	+ 91 % (+ 97 %)
Seborrhoisches Ekzem	6 Handflächen	3	- 23 %
	8 Handrücken	4	+ 21 %
	6 Unterarmbeuge- seiten, proximal	3	+ 120 %
Vulgäres Ekzem	6 Handflächen	3	- 2 %
	6 Handrücken	3	- 54 %
	8 Unterarmbeuge- seiten, proximal	4	+ 42 %

Das Verhalten der Schweißdrüsen ist nicht einheitlich.

ACKERMANN (1) registrierte an gesunder Haut bei 19 von 38 Ekzematikern ein ausgesprochen herabgesetztes Ansprechen auf Pilocarpin, in 3 Fällen jedoch eine Steigerung. Vielleicht sind die beim seborrhoischen und endogenen Ekzem erhaltenen uneinheitlichen Ergebnisse über die HWA oberhalb der Indifferenztemperatur zum Teil dadurch bedingt, daß die kompensatorische Anhidrose nicht bei allen Patienten und bei den einzelnen Patienten nicht in allen Körperregionen gleich stark ausgeprägt war.

Der Hypothese von der kompensatorischen Anhidrose steht die Beobachtung von HERRMANN, PROSE und SULZBERGER entgegen, daß sich in der Umgebung von sehr großen befallenen Bezirken eine kompensatorische wärmereregulatorische Hyperhidrosis finde (81). Nach CORMIA und KUYKENDALL (35) ist die Schweißretention beim Ekzem durch eine Verlegung des oberen epidermalen Teils der Schweißdrüsenausführungsgänge bedingt; die Schweißdrüsen selbst erschienen histologisch und funktionell normal. HALTER (67) beobachtete, daß die Hypohidrosis dem klinischen Manifestwerden eines Ekzemherdes um mehrere Tage vorausgehen kann und schloß daraus, daß das Bestehen der entzündlichen Veränderungen für die Schweißfunktionsstörung keine kausale Bedeutung haben kann, sondern daß es sich vielmehr um eine zentralnervöse Störung handle, die durch nervale Erregbarkeitssteigerung vorübergehend aufgehoben werden könne. Inzwischen konnten bei ekzematöser Reaktion strukturelle Veränderungen an den Kernen und Zellen bestimmter Regionen des Hypothalamus gefunden werden (188).

Der endogene Ekzematiker und der seborrhoische Ekzematiker unterscheiden sich in ihrem Schweißverteilungsmuster. Bei ersterem besteht eine Hyperhidrosis flexurarum bei sonst universeller "Oligobradryhidrosis" (jedoch gesteigerte Schweißsekretion im Herd bei Acetylcholingabe), bei letzterem ist die Schweißsekretion der nicht manifest befallenen Haut diffus verstärkt unter besonderer Bevorzugung der mittleren Körperlínie (105).

An den von uns untersuchten, nicht befallenen Stellen der Handfläche, des Handrückens und der Unterarmbeugeseite fand

sich bei allen drei Ekzemtypen eine verminderte HWA bei 32°C. Da die PI eher gesteigert ist, muß dies auf eine Hyposekretion zurückgeführt werden, was gut mit der Ackermannschen Hypothese der kompensatorischen Hypohidrose vereinbar wäre.

6. Vergleich von nicht manifest erkrankten Hautstellen mit den entsprechenden Stellen bei Normalpersonen (bei 32°C)

		Zahl d.Pat.	Differenz in % der Norm
Endogenes Ekzem	6 Handflächen	3	- 31 %
	7 Handrücken	4	- 55 %
	3 Unterarmbeuge-seiten, prox.	2	- 46 %
Seborrhoisches Ekzem	10 Handflächen	5	- 7 %
	10 Handrücken	5	- 64 %
	8 Unterarmbeuge-seiten, prox.	4	- 53 %
Vulgäres Ekzem	10 Handflächen	5	- 6 %
	10 Handrücken	5	- 25 %
	10 Unterarme proximal	5	- 6 %

Die manifest erkrankten Stellen wurden während der Behandlung wiederholt gemessen und zum Teil wurden Verlaufskurven angefertigt. Die kurz vor der Entlassung erfolgten Messungen zeigten eine Verringerung der Differenz zwischen Herd und Vergleichsstellen sowie der Differenz zwischen der HWA der erkrankten Haut und der Haut gesunder Personen. HALTER (67) stellte auch nach der klinischen Abheilung im Bereich der betroffenen gewesenen Hautanteile eine zunächst starke, dann an Intensität abnehmende Hypohidrosis über mehrere Tage bis zu drei Wochen fest.

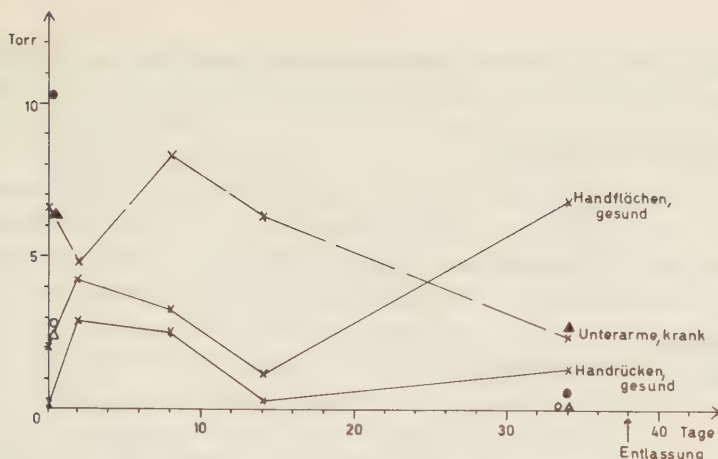


Abb. 12: Veränderung der Hautwasserabgabe eines endogenen Ekzematikers während des Klinikaufenthaltes.

▲ Herd 1, △ gesunde Vergleichsstelle
● Herd 2, ○ gesunde Vergleichsstelle

Stauungsdermatose, Stauungsekzem

Die erste Folge der Dekompensation bei einer Insuffizienz der Beinvenen ist das Ödem, bei dessen längerem Bestand es auch an der Haut zu Veränderungen kommt, die als Stauungsdermatose bezeichnet werden und die erst sekundär in das eigentliche Unterschenkelekzem überzugehen pflegen. Im akuten Stadium besteht die Stauungsdermatose aus einem blauroten Erythem mit meist flächenhaftem Nässen ohne den für das Ekzem typischen Punktstatus. Bei länger bestehendem Ödem kommt es zu Sklerose und Pachydermie mit Hämosiderin-Einlagerungen (215). Über entzündlich-hyperaemisch veränderter Haut besteht nach MOOG (139) und nach ROTHMAN (162) eine beträchtliche Verminderung der PI; über ödematösen Hautstellen ist die PI nach ROTHMAN (164) normal oder herabgesetzt. Demgegenüber stellten wir beim Stauungsekzem beim Vergleich von 17 betroffenen Stellen mit benachbarter gesunder Haut (ein Vergleich mit dem anderen Bein wäre unsicher, weil sich hier auch beim Vergleich gesunder Hautstellen größere Seitendifferenzen zeigten als an den oberen Extremitäten) in 16 Fällen eine leichte Erhöhung der PI im Herdbereich fest. In einem Fall bestand kein Unterschied. Eine Verminderung der PI wurde also in keinem

Fall festgestellt; während der Behandlung ging die erhöhte PI etwas zurück.

Herdvergleich (bei 24°C)

9 Herde	6 Patienten	1 min. Meßzeit	+ 18 %
(7 ")	4 ")	1 " ")	+ 14 %)
8 Herde	5 Patienten	2 min. Meßzeit	+ 15 %
(4 ")	2 ")	2 " ")	+ 10 %)
zusammen:			
17 Herde	10 Patienten		+ 17 %
(11 ")	5 ")		+ 13 %)

Die Erhöhung der PI beim Stauungsekzem entspricht den Befunden bei den drei anderen Ekzemtypen und steht wahrscheinlich nicht im Gegensatz zu den Befunden von MOOG und ROTHMAN, da es sich beim Stauungsekzem um einen chronischen Prozess handelt, bei dem es nach GREITHER (62) zu einer "Erstickung" der Oberhaut kommt. MOOG und ROTHMAN beschrieben die von ihnen gefundene Veränderung der HWA bei der akuten Dermatitis.

Die HWA bei 32°C war bei 5 von 10 Patienten im Herd erhöht, bei 5 Patienten erniedrigt, im Mittel war sie erniedrigt; da die PI erhöht ist, dürfte also auch hier zumindest eine partielle Anhidrose vorliegen.

Herdvergleich (bei 32°C)

10 Herde	8 Patienten	- 26 %
----------	-------------	--------

Über 4 dermatosklerotischen Herden ohne akute Ekzematisierung zeigte sich im Mittel keine Differenz zu gesunden Vergleichsstellen.

Dyshidrotisches Ekzem

Der Begriff der Dyshidrose ist noch nicht einheitlich mit einer funktionellen oder anatomischen Störung der Schweißsekretion in Zusammenhang zu bringen (198). Nach KORTING (106) kann die eruptive gruppierte Aussaat von Bläschen auf unverändertem Hautterrain mit einer Stauung der Schweißdrüsen kombiniert sein (50, 108). Nach SULZBERGER, HERRMANN und ZAK (202) und nach O'BRIEN (144) geht die Verminderung des Schweißes

auf der Hautoberfläche nicht auf eine Reduktion der Schweißsekretion zurück, sondern auf die Bildung eines parakeratotischen Hornpfropfes im Porus des Schweißdrüsenausführungsganges. Von der abnormalen Verhornung nimmt man an, daß sie aus einer kleinen spezifischen oder unspezifischen Verletzung der Haut herrühre (42). HERRMANN, MORILL und SULZBERGER (80) nehmen die Hyperhidrose als primären Faktor an; sie scheine primär zu einer gesteigerten Hydratation des basalen stratum corneum zu führen; diese Schwellung könnte (arbeitshypothetisch) zu einer intracornealen Abschnürung der Schweißdrüsenausgänge und damit zur Stagnation und zum Durchtritt von Schweiß ins Gewebe führen, wo es zur Bildung miliaria-ähnlicher Läsionen käme. Die Schwellung des stratum corneum könnte außerdem zu einer Erschwerung der Aufnahme des trans-epidermalen Wassers (Perspiratio insensibilis) führen. Die Behinderung des Abflusses bewirkt Blasenbildung in der Epidermis.

Die Mehrzahl der neueren Untersuchungen spricht sich gegen einen anatomischen oder funktionellen Zusammenhang zwischen Dyshidrosebläschen und Schweißdrüsenausführungsgang aus (107). SIMON (189) spricht von einer Störung der Flüssigkeitszirkulation der Interzellularräume, die vom Schweißdrüsenapparat unabhängig sei.

Eine Reihe von Autoren (37, 41, 56, 185) betrachten die Einbeziehung des Schweißdrüsenausführungsganges als Zufallsbefund; die Bläschen sollen nach initialer Spongiose auftreten, woraus die Zugehörigkeit zur Ekzemgruppe abgeleitet wird (197). LUTZ (125) hält es für wahrscheinlich, daß es durch atmosphärische Einflüsse zu einer gewissen Elektrolytverschiebung oder Störung im Wasserhaushalt in den Geweben kommt und so die Bläschenbildung in der Haut bedingt wird.

Bei unseren eigenen Messungen war die HWA bei 32°C in den Herdbezirken geringer als an den gesunden Vergleichsstellen und auf den erkrankten Handrücken und Handflächen geringer als bei Normalpersonen.

Herdvergleich:

2 Herde

2 Patienten

- 43 %

Vergleich von Herden mit den entsprechenden Stellen bei Normalpersonen:

6 Handflächen	3 Pat.	- 24 %
4 Handrücken	2 "	- 10 %

Unter den nicht manifest erkrankten Stellen fand sich bei 32°C eine geringe Erhöhung der HWA an den Handflächen, eine geringe Verminderung auf dem Handrücken und der Unterarmbeugeseite:

6 Handflächen	3 Pat.	+ 5 %
8 Handrücken	4 "	- 8 %
12 Unterarmbeuge- seiten, proximal	6 "	- 9 %

Bei 24°C war die HWA an den befallenen Handflächen im Vergleich zu Normalpersonen gering erniedrigt, was durch die fehlende Schweißproduktion bzw. Schweißabgabe zumindest mitbedingt war; am kranken Handrücken wich die PI praktisch nicht vom Normalwert ab:

14 Handflächen	7 Pat.	- 9 %
(12 "	6 "	- 5 %)
7 Handrücken	4 Pat.	+ 1 %
(8 "	4 "	- 3 %)

An gesunden Stellen war die PI auf dem Handrücken gering eingeschränkt, an Handfläche und Unterarm nicht nennenswert verändert:

2 Handflächen	1 Pat.	- 3 %
5 Handrücken	3 "	- 8 %
15 Unterarmbeuge- seiten, proximal	8 "	- 3 %

Die Ergebnisse unserer Messungen sprechen für eine Verminderung der Schweißabgabe an die Hautoberfläche (sei es durch verminderte Sekretion oder durch Retention).

Im Vergleich zu den anderen Ekzemyten fällt das Verhalten der HWA bei 24°C auf. Da sie beim dyshidrotischen Ekzem normal bis erniedrigt ist, kann die Verminderung der Schweißabgabe nicht wie bei den anderen Ekzemen als Kompensationsmaßnahme gedeutet werden.

Psoriasis vulgaris

Bei den psoriatischen Papeln handelt es sich um parakeratistische, akanthotische Bezirke mit einer lockeren, disjungierten Keratinstruktur (Diskontinuität des stratum granulare, 47), die für den erhöhten transepidermalen Wasserverlust verantwortlich sein dürfte (86). Nach FELSHER und ROTHMAN (47) kommt dazu noch das Wasser, das bei der Verhornung durch Dehydratation der Stachelzellen schon normalerweise, bei der Psoriasis aber in verstärktem Maße freigesetzt wird. Ein wesentlicher Beitrag der Schweißdrüsen wurde durch Atropinisierung ausgeschlossen (47).

Wir fanden in 31 von 33 Herden eine Steigerung, in 2 Fällen keine Differenz der PI gegenüber nicht befallener Haut. Die HWA an nicht befallenen Handflächen und Unterarmen entsprach der Norm.

Herdvergleich:

33 Herde	20 Pat.	+ 19 %
----------	---------	--------

Vergleich von nicht manifest erkrankten Hautstellen mit den entsprechenden Stellen bei Normalpersonen:

40 Handflächen	20 Pat.	keine Differenz
----------------	---------	-----------------

38 Unterarm- beugeseiten proximal	19 "	+ 3 %
---	------	-------

Die Steigerung der PI im Herd ist so beträchtlich, daß die HWA bei 32°C deutlich gesteigert ist, trotz der in der Literatur fast einmütig beschriebenen Anhidrose:

20 Herde	8 Pat.	+ 1500 %
----------	--------	----------

Für die 10 Herde (4 Pat.), bei denen vor der Entlassung nochmals gemessen wurde, betrug die Steigerung bei der 1. Messung 1670 %, bei der 2. Messung nur noch 80 %. Eine verminderte HWA bei 32°C fanden wir an nicht befallenen Handflächen, Handrücken und Unterarmbeugeseiten; hier könnte es sich wieder um eine kompensatorische Einschränkung im Sinne ACKERMANNs (1) handeln, der beim Psoriatiker auch eine verminderte Diurese fand.

Vergleiche von nicht manifest erkrankten Hautstellen mit den entsprechenden Stellen bei Normalpersonen bei 32°C:

8 Handflächen	4 Pat.	- 4 %
8 Handrücken	4 "	- 64 %
11 Unterarme, proximal	6 "	keine meßbare HWA

GARBI (57) KLEINSCHMIDT (102) sowie HERRMANN und KIM (79) beschreiben bei einem Teil der Fälle einen anhidrotischen Hof, welcher die psoriatische Papel nach GARBI in einer Breite von 1 - 1,5 cm, nach HERRMANN und KIM in einer Breite von 1 - 5 mm umgibt. Nach BUCK und MITCHELL (26) entsteht dieser Hof erst während der Behandlung, wenn die Sekretion im Bereich der Papel bereits wieder sichtbar wird. Als Ursache der Anhidrose im Papelbereich werden eine Verlegung des Schweißdrüsenporus (35) sowie eine Funktionsstörung oder eine Degeneration der sekretorischen Nerven erwogen (26, 57).

Die Hypohidrose kann auch bei der Psoriasis dem Auftreten der Effloreszenz um mehrere Tage vorausgehen (67); sie bessert sich mit dem Rückgang derselben (11, 26, 67).

HERRMANN und KIM (79) halten die psoriatische Anhidrose für scheinbar; der Schweiß werde produziert, aber von dem porösen, bimssteinartigen Hornwerk der psoriatischen Papel sofort aufgesogen (Pseudo-Anhidrose). Bei den von uns untersuchten Patienten handelte es sich zum größten Teil um anbehandelte Fälle, bei denen dieses Hornwerk bereits teilweise entfernt war und somit kein Grund mehr für eine Anhidrose bestand - falls die Theorie von HERRMANN und KIM zutrifft.

Erythrodermie

Bei 3 bzw. 2 Patienten bestimmten wir die HWA bei 24°C an Handflächen, Oberschenkelstreckseite und Unterarmbeugeseite; alle Werte lagen höher als der entsprechende Mittelwert bei Normalpersonen (die HWA bei 32°C wurde nicht bestimmt) :

4 Handflächen	2 Pat.	+ 9 %
(4 ")	2 "	- 7 %
6 Unterarmbeugeseiten proximal	3 Pat.	+ 19 %
(6 ")	3 "	+ 16 %
6 Oberschenkel	3 Pat.	+ 39 %
(6 ")	3 "	+ 25 %

(Die Werte in Klammern geben hier nicht den Wert vor der Entlassung an, sondern eine nach einigen Wochen erfolgte zweite Messung).

ROTHMAN (163) fand bei der exfoliativen Erythrodermie in einem Fall eine Steigerung der PI von 500 - 1000 %; somit entfielen auf die Haut 70 - 80 % der Gesamtwasserabgabe. Die Ursache der gesteigerten PI sei nicht in der Hyperaemie, sondern in der gesteigerten Hornproduktion zu suchen.

(Lupus) Erythematodes

Beim Erythematodes fanden wir eine verminderte HWA bei 24°C an Handrücken, Unterarmbeugeseite und besonders an den Handflächen (2 Versuchspersonen). Die Erniedrigung der HWA hat vielleicht ihren Grund in der von KERNEN (100) und HERRMANN, PROSE und SULZBERGER (81) beschriebenen Anhidrose in länger bestehenden Erythematodesherden, denn nach ROTHMAN u. FELSHER (165) nimmt die PI zu, wo immer die Verhornung beschleunigt ist.

Vergleiche von manifest erkrankten Hautstellen mit den entsprechenden Hautstellen bei Normalpersonen (bei 24°C):

4 Handflächen	2 Pat.	- 20 %
4 Handrücken	2 "	- 4 %
4 Unterarme, proximal	2 "	- 10 %

Mycosis fungoides

Bei den beiden beobachteten Fällen handelte es sich um ein Stadium I - II und ein Stadium II, beide mit langjährigem Verlauf. Trotz des im infiltrativen Stadium beschriebenen entzündlichen Ödems fanden wir eine Erhöhung der PI im erkrankten Bereich; entsprechend war die HWA bei 32°C erhöht.

Nach KERNEN (100) ist die Schweißsekretion im Herdbereich bei der Mycosis fungoides aufgehoben, nach CORMIA u. KUYKENDALL (35) besteht keine oder nur eine geringe Retention.

Herdvergleich bei 24°C:

3 Herde	1 Pat.	+ 16 %
---------	--------	--------

Vergleich von nicht manifest erkrankten Stellen mit den entsprechenden Stellen bei Normalpersonen:

4 Unterarmbeugeseiten	2 Pat.	+ 29 %
-----------------------	--------	--------

Herdvergleich bei 32°C:

4 Herde	2 Pat.	+ 146 %
---------	--------	---------

Auch bei einer anderen infiltrierend wachsenden Krankheit, dem Retikulosarkom, stellten wir eine leichte Erhöhung der PI im Herdbereich fest:

4 Herde	2 Pat.	+ 5 %
---------	--------	-------

Porphyria cutanea tarda

Bei der Porphyria cutanea tarda kommt es durch die pathologischen Porphyrine zu einer Photosensibilisierung gegen UV-A (216).

Wir fanden bei 2 Patienten an den nicht sichtbar veränderten Handflächen und Handrücken eine verminderte HWA bei 24°C. Auf lichtentzündeter Haut hatten auch MOOG (139) und ROTHMAN (162) eine Herabsetzung der PI beobachtet; nach FLARER (49) ist diese Senkung nur vorübergehend, dann komme es sogar zu einer kurzzeitigen Erhöhung der PI, die dann wieder zur Norm absinke, um bei beginnender Pigmentierung erneut zuzunehmen (49, 141).

Vergleich von manifest erkrankten Hautstellen mit den entsprechenden Stellen bei Normalpersonen (bei 24°C):

4 Handflächen	2 Pat.	- 15 %
4 Unterarme, proximal	2 "	- 7 %
4 Oberschenkel		keine Differenz

Bei 32°C war die HWA (bei 3 - 5 Patienten) nicht sichtbar befallener Handflächen normal bis gering vermindert, während sie am scheinbar gesunden Unterarm, auf den befallenen Hand-

rücken und anderen Herden gesteigert war.

Vergleich von nicht manifest erkrankten Hautstellen mit den entsprechenden Stellen bei Normalpersonen (bei 32°C):

10 Handflächen	5 Pat.	- 4 %
2 Handrücken	1 "	+ 160 %
8 Unterarmbeugeseiten	4 "	+ 46 %

Herdvergleich (bei 32°C):

6 Herde	3 Pat.	+ 110 %
(5 ")	2 "	keine Differenz)

Vergleich von Herden mit entsprechenden Stellen bei Normal-Personen (bei 32°C):

7 Handrücken	4 Pat.	+ 260 %
(5 ")	3 "	+ 500 %)

Nach SCHÖNFELD und SCHNEIDER (177) ist bei der Porphyria cutanea tarda fast immer ein Leberschaden im Spiel (z.B. nach Hepatitis epidemica). HEGGLIN (75) beschreibt bei posthepatitischen Beschwerden eine vegetative Übererregbarkeit mit Neigung zu abnormem Schwitzen. Vielleicht läßt sich unser Ergebnis in diese Richtung deuten, zumal keine gesteigerte PI gefunden worden war.

Die Transaminasen SGOT und SGPT waren bei den Patienten mit Porphyria cutanea tarda erhöht. Bei 14 Patienten mit verschiedenen lokalisierten Hautkrankheiten (Seborrhoisches-, Dyshidrotisches-, Stauungs-, Vulgäres Ekzem, Verbrennungsnarben, Ulcus cruris, Rosacea und Epidermophytie) die ebenfalls eine Erhöhung der Transaminasen aufwiesen, verhielt sich die HWA bei 32°C wie bei der Porphyria cutanea tarda. (Die Bestimmung erfolgte mit der Biochemica-Test-Combination, Boehringer, bei der folgende Normalwerte gelten:

SGOT: 2,2 - 12,0 SGPT: 2,2 - 12,0 LDH: 10,0 - 195,0).

Bei den Patienten ergab sich als Mittelwerte der Transaminasen:

SGOT: 16,8 SGPT: 23,2 LDH: 128,3.

An den Handflächen war die HWA bei 32°C normal bis leicht eingeschränkt (- 3 %), am Handrücken und am Unterarm jedoch erhöht.

Handrücken: + 49 %

Unterarmbeugeseite proximal: + 50 %

(Die Meßstellen waren von der jeweiligen Hautkrankheit nicht befallen).

Verbrennungsnarben

Bei einem Patienten mit Verbrennungsnarben am linken Arm stellten wir bei 24°C zunächst noch eine Steigerung der HWA im Narbenbereich fest, die auf einem erhöhten transepidermalen Wasserverlust beruht; die Steigerung betrug bei der ersten Messung 18 %, bei Kontrollen nach 2 und nach 4 Monaten bestand keine Seitendifferenz mehr. Bei 32°C war die HWA im Bereich von 4 Verbrennungsnarben (Oberschenkel, Handrücken, Unterarm, Brust; 2 Patienten) gegenüber den symmetrischen, nicht verbrannten Hautstellen um 370 % gesteigert.

Sympathektomie

Ein Patient wurde für den Bereich des linken Beines sympathektomiert (wegen eines Ulcus cruris bei Endangitis obliterans v. Winiwarter-Buerger); daraufhin sank die HWA bei 32°C am linken Bein fast auf Null.

GUTTMANN (66) konnte zeigen, daß die nach Sympathektomie in der entsprechenden Zone auftretende Anhidrosis nur die Schweißsekretion im Rahmen der Wärmeregulation betrifft, nicht aber das durch Pilocarpin lokal ausgelöste Schwitzen. Das trifft zu bei einer präganglionären Unterbrechung (proximal vom Granzstrangganglion); Periphere (postganglionäre) Läsionen führen dagegen zum Versiegen jeglicher Schweißsekretion durch Atrophie der Schweißdrüsen (171).

Veränderungen der HWA durch innere Therapie

Die Messungen wurden an nicht manifest erkrankten Handflächen, Handrücken und Unterarmbeugeseiten durchgeführt. Messungen im Herd zur Feststellung von Veränderungen der HWA durch innere Therapie hätten bei einer kleinen Zahl von Patienten wegen der gleichzeitigen externen Behandlung keine Deutung zugelassen. Folgende Medikamente wurden getestet:

I	<u>Diuretika:</u>	Lasix, Reparil forte	(bei 32°C)
II	<u>Antihistaminika:</u>	Soventol, Atosil	(bei 32°C)
III	<u>Ataractica:</u>	Valium, Adumbran	(bei 32°C)
IV	<u>Corticosteroide:</u>		(bei 24°C und bei 32°C)

Die Höhe der HWA im unbehandelten Zustand wurde gleich 100 % gesetzt und die Höhe der HWA bei Verabreichung des Medikaments darauf bezogen.

I Diuretika a.) Lasix b.) Reparil forte

Die HWA bei 32°C sank an dem Tag, an dem 1 - 2 Tabletten Lasix oder 2 Injektionen Reparil forte gegeben worden waren, gegenüber dem Vortag deutlich ab. Bei 4 Versuchspersonen wurde die HWA am Tage der Lasix-Verabreichung und am darauffolgenden Tage gemessen; es ergab sich ein weiterer Rückgang der HWA.

Einzelergebnisse (Mittelwerte):

a.) Lasix

HWA vor dem "Lasixtag" $\hat{=}$ 100 %

HWA am "Lasixtag":

1.) an 6 Handflächen	3 Pat.	- 36 %
2.) an 10 Handrücken	5 "	- 32 %
3.) an 12 Unterarmbeugeseiten, proximal	6 "	- 47 %

HWA am "Lasixtag" $\hat{=}$ 100 %

HWA am folgenden Tag:

1.) an 6 Handflächen	3 Pat.	- 16 %
2.) an 4 Handrücken	2 "	- 60 %
3.) an 6 Unterarmbeugeseiten, proximal	3 "	- 64 %

Siehe Abb. 13 auf Seite 78.

b.) Reparil forte (i.v.)

HWA ohne Reparil forte $\hat{=}$ 100 %

HWA nach Verabreichung von Reparil forte:

1.) an 6 Handflächen	3 Pat.	- 14 %
2.) an 6 Handrücken	3 Pat.	- 77 %
3.) an 8 Unterarmbeugeseiten, proximal	4 Pat.	- 46 %

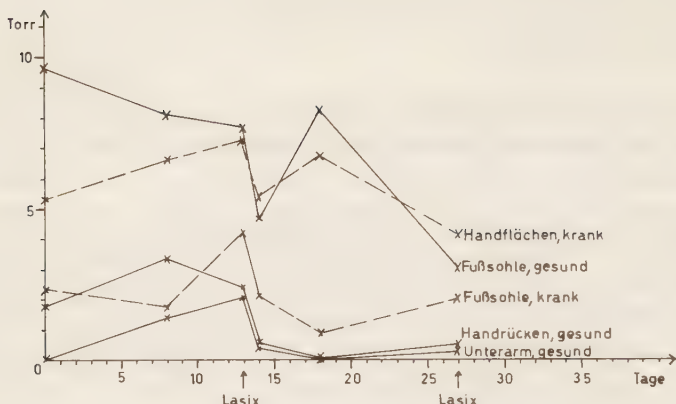


Abb. 13: Wirkung von Lasix auf die Hautwasserabgabe bei 32°C bei einem Fall von dyshidrosiformer Epidermophytie

II Antihistaminika

a.) Soventol

Bei 8 Versuchspersonen war die HWA der Handflächen mit und ohne Soventol gemessen worden. Bei 5 Versuchspersonen war ein Rückgang, bei 2 Versuchspersonen ein Anstieg zu verzeichnen; bei einer Versuchsperson ergab sich an der linken Hand eine leichte Zunahme, an der rechten Hand eine geringe Abnahme. Alle 3 Versuchspersonen, bei denen an einer oder beiden Händen eine Steigerung eintrat, litten an einem seborrhoischen Ekzem. Unter den 5 Versuchspersonen mit einer Abnahme der HWA befand sich kein Patient mit einem seborrhoischen Ekzem. Am Handrücken fand sich bei allen 9 Versuchspersonen eine Zunahme der HWA.

Ein Patient mit seborrhoischem Ekzem erhielt zunächst 3 x 1/2 Tablette Soventol täglich, wobei ein leichter Rückgang der palmaren HWA, eine Steigerung am Handrücken und am Unterarm gemessen wurde. Trotz Verdoppelung der Dosis auf 3 x 1 Tablette Soventol beobachteten wir eine Steigerung der palmaren HWA über den unbehandelten Zustand hinaus und eine ausgeprägte Steigerung an Handrücken und Unterarm.

Mittelwerte:HWA ohne Soventol $\hat{=}$ 100 %

HWA nach Verabreichung von Soventol:

1.) an 16 Handflächen	8 Pat.	-	18 %
2.) an 14 Handrücken	7 "	+	136 %
3.) an 10 Unterarmbeugeseiten, proximal	5 "	+	7 %

b.) Atosil

Unter der Behandlung mit Atosil stellten wir bei 3 Patienten mit endogenem Ekzem im Mittel eine Zunahme der HWA fest. An den Handflächen konnte nur bei 2 Patienten gemessen werden, bei einem Patienten fanden wir eine Zunahme, beim anderen eine Abnahme. Am Handrücken fanden wir bei 2 Patienten eine Zunahme, bei einem Patienten eine Abnahme. Am Unterarm, der nur bei einem Patienten nicht erkrankt war, stellten wir eine Zunahme fest.

Mittelwerte:HWA ohne Atosil $\hat{=}$ 100 %

HWA nach Verabreichung von Atosil:

1.) an 4 Handflächen	2 Pat.	+	7 %
2.) an 6 Handrücken	3 "	+	69 %
3.) an 2 Unterarmbeugeseiten, proximal	1 "	+	53 %

Wegen der neuroleptischen Wirkung des Atosils hätte man hier eher als bei Soventol eine Reduktion des palmaren Schwitzens erwartet; zur Klärung wären Messungen an einer größeren Patientenzahl notwendig.

III Ataracticaa.) Valium

Die Messungen an den Handflächen bei 5 Patienten, an Handrücken und Unterarm bei 8 Patienten, ergab im Mittel eine Abnahme der HWA (bei 32°C). Im Bereich des thermalen Schwitzens ist auch am Handrücken und am Unterarm ein emotionelles Schwitzen auszulösen (99); damit könnte eine Abnahme der HWA an allen 3 Meßstellen als Ausdruck einer Verminderung des emotionalen Anteils der Schweißsekretion gedeutet werden.

Mittelwerte:

HWA ohne Valium $\hat{=}$ 100 %

HWA nach Verabreichung von Valium:

1.) an 10 Handflächen	5 Pat.	- 6 %
2.) an 14 Handrücken	7 "	- 31 %
3.) an 14 Unterarmbeugeseiten, proximal	7 "	- 33 %

b.) Adumbran

Bei mit Adumbran behandelten Patienten fanden wir bei 2 von 3 Patienten an den Handflächen beiderseits eine Zunahme der HWA bei 32°C; bei der dritten Person nahm die HWA nur an einer Handfläche leicht zu, an der anderen blieb sie praktisch unverändert; im Mittel fand sich an den Handflächen eine Zunahme der HWA um 14 %. Am Handrücken stellten wir bei 4 Patienten im Mittel eine Abnahme von 20 %, am Unterarm bei 2 Patienten eine Abnahme von 24 % fest. Nach Mitteilung der Herstellerfirma hätten eingehende klinische Prüfungen gezeigt, daß Adumbran auf die Schweißproduktion keinen Einfluß habe. MATHEY (132) beobachtete bei 2 von 210 mit Adumbran behandelten Patienten als Nebenwirkung eine Mundtrockenheit. Auch hier fällt wieder das unterschiedliche Verhalten der PS an den Handflächen einerseits und an Handrücken und Unterarm andererseits auf.

IV Corticosteroide

MAC KINNON und MAC KINNON (126) erzielten durch ACTH-Injektion eine Unterdrückung des palmaren Schwitzens und nahmen an, daß eine Zunahme der Nebennierenrinden-Aktivität in derselben Weise wirke. Wir beobachteten insgesamt 10 Patienten, von denen 6 mit Celestan, 3 mit Cortisid und einer mit Urbason behandelt wurde. Von 8 Patienten zeigten 5 eine Zunahme der HWA bei 32°C an beiden Handflächen, 3 Patienten nur an einer Handfläche, an der anderen dagegen eine Abnahme. Im Mittel resultierte eine Zunahme des palmaren Schwitzens um 9 %. Bei jeweils 5 Patienten stellten wir eine Zunahme des Mittelwertes der HWA bei 32°C auch auf dem Handrücken (+ 17 %) und an der Unterarmbeugeseite (+ 43 %) fest. Wir untersuchten auch die HWA bei 24°C, und zwar bei insgesamt 6 Patienten, von denen 3 mit Cortisid, einer mit Decortin, einer mit Celestan und einer mit Volon behandelt wurde. Der Mittelwert der HWA bei 24°C änderte sich nur wenig; an den Handflächen

(+ 1 %, 4 Patienten) und am Handrücken (+ 2 %, 2 Patienten) war er praktisch unverändert, an der Unterarmbeugeseite um 8 % erhöht.

Transpirationshemmende Mittel

Eine Al-Oxychloridhaltige Rezeptur wurde mit einem Formaldehyd-schweißhemmer in ihrer schweißhemmenden Wirkung an den Handflächen von jeweils 5 Versuchspersonen verglichen. Setzt man den Mittelwert der HWA (bei 32°C) der unbehandelten Handfläche gleich 100 %, so wurde die Schweißproduktion durch die Al-Oxychloridhaltige Rezeptur um 22 %, durch den Formaldehyd-Schweißhemmer um 32 % eingeschränkt.

Ergebnisse der Untersuchungen über den Einfluß von Externa auf die Perspiratio insensibilis (HWA bei 24°C)

Untersucht wurden Brillantgrün, Gentianaviolett, Arningsche Tinktur, Myxallösung 1%ig und Laurylsulfatlösung 1%ig. Keines dieser Externa veränderte die PI sehr stark. Die Arningsche Tinktur und die Laurylsulfatlösung führten in allen (5 bzw. 4) Fällen zu einer geringen Verminderung der PI; bei Brillantgrün war es bei 4 von 5 Patienten der Fall. Bei Gentianaviolett war die PI normal bis leicht vermindert. Eine leichte Steigerung der PI wurde nur bei Myxallösung in 3 von 5 Fällen beobachtet, bei den beiden anderen Fällen trat auch hier eine geringfügige Erniedrigung ein.

Tabelle 16: Änderung des Mittelwertes der HWA bei 24°C durch verschiedene Externa

Externa	Teststelle	Zahl der Versuchspersonen	Änderung der HWA in % des Ausgangswertes
Brillantgrün	Unterarmbeugeseite, proximal	5	- 10 %
Gentiana-violett	Unterarmbeugeseite, proximal	5	- 2 %
Arningsche Tinktur	Oberschenkelstreckseite	5	- 8 %
Myxallösg. 1%ig	Oberschenkelstreckseite	5	+ 4 %
Laurylsulfatlösg. 1%ig	Unterarmbeugeseite, proximal	4	- 7 %

Die Wirkung von Brillantgrün und Gentianaviolett auf die PI wurde von HÖNES (85) mit einer anderen Methode bestimmt; er kam zu demselben Ergebnis.

Zusammenfassung

Anhand eines ausgedehnten Literaturstudiums werden die anatomischen und physiologischen Grundlagen der Perspiratio und die Methoden zu deren Bestimmung besprochen.

Der Perspiratio insensibilis liegt nach Ansicht der meisten Autoren die Diffusion von Wasser durch die gesamte Haut zugrunde, während die Perspiratio sensibilis oder Transpiration aktiv über die ekkrinen Schweißdrüsen erfolgt.

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit folgenden Fragen:

- 1.) Wie verhält sich die Wasserabgabe der menschlichen Haut im Bereich krankhaft veränderter Bereiche (Herde) und außerhalb dieser Bereiche, d.h. bei demselben Patienten an nicht manifest erkrankten Hautstellen?
Vergleich mit der Hautwasserabgabe beim Gesunden.
- 2.) Ändert sich die Hautwasserabgabe bei Rückbildung der Effloreszenzen?
- 3.) Ändert sich die Hautwasserabgabe durch Verabreichung von Lasix, Reparil, Soventol, Atosil, Valium, Adumbran, Glucocorticoiden?
- 4.) Vergleich einer Al-Oxychloridhaltigen Rezeptur mit einem Formaldehyd-Schweißhemmer.
- 5.) Ändert sich die Hautwasserabgabe durch Auftragen von Brillantgrün, Gentianaviolett, Arningscher Tinktur, Myxalösung, Laurylsulfatlösung?

Die Messungen wurden mit einem von TRONNIER, BUSSIUS und VOLLBRECHT (217) sowie von BLANK et al. (18) angegebenen Verfahren durchgeführt. In einer Kapsel befindet sich eine Platte aus Polystyrol, auf die ein- bzw. doppelseitig eine Halbleiterschicht aufgedruckt ist (Hygrometerelement der Firma El-Tronics, Warren, Pennsylvania). Durch den von der Haut abgegebenen Wasserdampf wird die relative Luftfeuchtigkeit in der Kapsel erhöht, wodurch sich der Ohmsche Widerstand des Halbleiters ändert.

Ergebnisse:I Hautwasserabgabe bei ca. 24°C Raumtemperatur (Perspiratio insensibilis):

- 1.) Bei gesunden Personen sind geringe Seitendifferenzen vorhanden, die hier jedoch vernachlässigt werden können. Eine Altersabhängigkeit konnte nicht festgestellt werden.
- 2.) Die Hautwasserabgabe im Herdbereich ist im Vergleich zu Stellen außerhalb der Herde oder/und im Vergleich zu der Hautwasserabgabe beim Gesunden
 - a.) erhöht: beim Endogenen Ekzem, beim Seborrhoischen Ekzem, beim Vulgären Ekzem (hierbei z.T. auch erniedrigt), beim Stauungsekzem, bei der generalisierten Erythrodermie, der Psoriasis, der Mycosis fungoides, beim Retikulosarkom, bei Verbrennungsnarben;
 - b.) erniedrigt: beim Dyshidrotischen Ekzem, beim Erythemato-des integumentalis.
- 3.) Die Hautwasserabgabe außerhalb der Herde ist im Vergleich zur Hautwasserabgabe beim Gesunden
 - a.) erhöht: beim Seborrhoischen Ekzem, beim Vulgären Ekzem, bei der Mycosis fungoides;
 - b.) normal bis erniedrigt: beim Endogenen Ekzem, beim Dyshidrotischen Ekzem;
 - c.) normal bis geringfügig erhöht: bei der Psoriasis.
- 4.) Mit Besserung der Hauterscheinungen nähert sich die Wasserabgabe im Herd den Normalwerten an.

II Hautwasserabgabe bei 32°C Raumtemperatur (Perspiratio insensibilis + Perspiratio sensibilis):

- 1.) Seitendifferenz und Altersabhängigkeit beim Gesunden sind gering, jedoch deutlicher als bei 24°C (Perspiratio insensibilis).
- 2.) Die Hautwasserabgabe im Herdbereich ist im Vergleich zu Stellen außerhalb der Herde oder/und im Vergleich zu der Hautwasserabgabe beim Gesunden

- a.) erhöht: beim Endogenen Ekzem, beim Seborrhoischen Ekzem, beim Vulgären Ekzem (hierbei z.T. auch erniedrigt), bei der Psoriasis, der Mycosis fungoides, der Porphyria cutanea tarda und bei Verbrennungsnarben;
 - b.) erniedrigt: beim Stauungsekzem, beim Dyshidrotischen Ekzem, nach Sympathektomie.
- 3.) Die Hautwasserabgabe außerhalb der Herde ist im Vergleich zur Hautwasserabgabe beim Gesunden
- a.) erhöht: bei der Porphyria cutanea tarda, bei Patienten mit erhöhten Serumtransaminasen;
 - b.) erniedrigt: beim Endogenen Ekzem, beim Seborrhoischen Ekzem, beim Vulgären Ekzem, bei der Psoriasis;
 - c.) z.T. erhöht, z.T. erniedrigt: beim Dyshidrotischen Ekzem.
- 4.) Mit Besserung der Hauterscheinungen nähert sich die Wasserabgabe im Herd den Normalwerten an (nur in einigen Fällen bestimmt).

III Beeinflussung der Hautwasserabgabe bei 32°C durch interne Therapie:

Meßstellen: Handfläche, Handrücken, Unterarmbeugeseite.

- 1.) Lasix: deutliches Absinken der Hautwasserabgabe am Tage der Verabreichung von Lasix, weiteres Absinken am folgenden Tag.
- 2.) Reparil forte: deutliches Absinken.
- 3.) Soventol: Absinken an den Handflächen, Zunahme an Handrücken und Unterarm.
- 4.) Atosil: Zunahme
- 5.) Valium: Abnahme
- 6.) Adumbran: Zunahme an den Handflächen, Abnahme an Handrücken und Unterarm.
- 7.) Glucocorticoide: Zunahme (geringe Zunahme auch bei 24°C).

Bei 1.) bis 5.) ist die Beeinflussung der Hautwasserabgabe an den Handflächen weniger deutlich als am Handrücken und am Unterarm.

- IV Die Al-Oxychloridhaltige Rezeptur war weniger schweißhemmend als die formaldehydhaltige.
- V Bei 24°C wird die Hautwasserabgabe durch Arningsche Tinktur, Brillantgrün und Laurylsulfatlösung (1%ig) vermindert, durch Gentianaviolett kaum beeinflusst, durch Myxallösung (1%ig) erhöht.

LITERATURVERZEICHNIS

- 1 ACKERMANN, A.: Studien zur Frage der Beziehungen zwischen Wasserstoffwechsel und Dermatosen auf Grund von Wasserversuchen bei Psoriasis, Ekzem und einigen anderen Dermatosen (Der Diurese-Index). Dermat.Zschr.74, 185(1937).
- 2 ADACHI, B.: J.Orient.Med., Dairen, 25, 6(1936). Zit. nach 48, Fiedler, H.: Der Schweiß. Editio Cantor, Aulendorf/Wttbg. 1955.
- 3 ADAMS, T, G.E.FUNKHOUSER, W.W.KENDALL: Measurement of Evaporative Water Loss by a Thermal Conductivity Cell. J.Appl.Physiol.18, 1291(1963).
- 4 ADOLPH, E.F.: The Initiation of Sweating in Response to Heat. Amer.J.Physiol.145, 710(1946).
- 5 ALBERT, R.E. u. E.D.PALMES: Evaporative Rate Patterns from Small Skin Areas as Measured by an Infrared Gas Analyzer. J.Appl.Physiol.4, 208(1951/52).
- 6 ALBRECHT, F.: Hygroskopische Widerstände und ihre Anwendung - besonders in der aerologischen Hygrometrie. Beiträge Physik der freien Atmosphäre 11, 164(1924).
- 7 D'AMOUR, F.E.: Basic Physiology (Temperature Regulation, 388-393). The University of Chicago Press, Chicago 1961.
- 8 D'ANS, I., E.LAX: Taschenbuch für Chemiker und Physiker. Springer-Verlag, Berlin 1949.
- 9 ASCHOFF, J.: Hauttemperatur und Hautdurchblutung im Dienste der Temperaturregulation. Klin.Wschr. 36, 193(1958).
- 10 ASCHOFF, J.: "Der Wärmehaushalt" in Landois-Rosemann: Lehrbuch der Physiologie des Menschen, 331 - 369. Urban & Schwarzenberg, München-Berlin 1960.

- 11 AUBERT,P.: Des modifications subies par la sécrétion de la sueur dans les maladies de peau. Ann.dermat.syph., Paris, 9,359(1878).
- 12 BARGMANN,W.: Histologie und Mikroskopische Anatomie des Menschen. Georg Thieme-Verlag, Stuttgart 1964.
- 13 BARRATT,W.: On the Normal and Pathological Elimination of Carbonic Acid and of Water by the Skin. J.Physiol.21,192(1897).
- 14 BECKER,V.: Funktionelle Morphologie der Schweißdrüsen. Fortschr.Med. 82.Jg.,Nr.23,901(1964).
- 15 BENEDICT,F.G. and H.E.ROOT: Insensible Perspiration: Its Relation to Human Physiology and Pathology. Arch.Int.Med.38,1(1926).
- 16 BENJAMIN,F.B.: Sweating Response to Local Heat Application. J.Appl.Physiol.5,594(1953).
- 17 BETZ,E.: Hautwasserabgabe und periphere Durchblutung. Arch.physik.Therap.7,312(1955).
- 18 BLANK,H., E.W.ROSENBERG, D.TAPLIN: An Electronic Device for Measuring Sweating and Cutaneous Water Loss. Pergamon Press, Oxford, London, New York, Paris 1962. Chapter 6.
- 19 BOHNSTEDT,R.M.: Dermatologie. Schriftreihe "Medizin von Heute" der Tropon-Werke Köln (1960).
- 20 BOTWINICK,I.S.: Measurement of Skin Moisture by Potentiometric Methods. J.Soc.Cosmetic.Chem. 10, 377(1959).
- 21 BOUCKE,H., F.STEINWACHS: Elektron 5,118(1951). Zit. nach 48, Fiedler,H.: Der Schweiß. Editio Cantor, Aulendorf/Wttbg. 1955.
- 22 BOYMOND,P.: Pharmaceut.acta helvet. 23,207(1948). Zit. nach 48,Fiedler,H.: Der Schweiß. Editio Cantor, Aulendorf/Wttbg. 1955.

- 23 BREBNER, D.F., D.KERSLAKE and J.L.WADDEL: The Diffusion of Water Vapor through the Human Skin. *J.Physiol.* 132, 225(1956).
- 24 BRÜCKE, F.: Zur Physiologie der vegetativen Innervation der Haut. *Acta neurovegetat.* 18, 203(1958).
- 25 BRUN, R.: Untersuchungen über die Schweißsekretion. *Parfümerie und Kosmetik* Nr.12(1958).
- 26 BUCK, H.W., J.C.MITCHELL: Eccrine Function during Therapy of Psoriasis. Paradoxical Sweating on and around Psoriatic Lesions during Topical Therapy by Fluocinolone Acetonide and Plastic Films. *Arch.Dermat.Syph., Chicago*, 87, 696(1963).
- 27 BULLARD, R.W.: Continuous Recording of Sweating Rate by Resistance Hygrometry. *J.Appl.Physiol.* 17, 735(1962).
- 28 BURCH, G.E. and W.A.SODEMAN: Regional Relationships of Rate of Water Loss in Normal Adults in a Subtropical Climate. *Amer.J.Physiol.* 138, 603(1943).
- 29 BURCH, G.E., T.WINSOR: Diffusion of Water through Dead Plantar, Palmar and Tarsal Human Skin and through the Nails. *Arch.Dermat.Syph.* 53, 39(1946).
- 30 BÜTTNER, K.: *Physikalische Bioklimatologie*, Leipzig 1938.
- 31 BUETTNER, K.: Diffusion of Water and Water Vapor through Human Skin. *J.Appl.Physiol.* 6, 229(1953).
- 32 CELSUS (ca.3 v.Chr. - 64 n.Chr.): *De medicina libri octo*, 5. Buch, 28.Kapitel. Zit. nach Jadassohn, J.: *Hdb. der Haut- u. Geschlechtskrankheiten*, XIV/2, S 77, Springer-Verlag, Berlin 1928.
- 33 COHEN, M.E.: Studies of Palmar Hand Sweat in Healthy Subjects and in Patients with Neurocirculatory Asthenia (Anxiety, Neurosis, Neurasthenia, Effort Syndrome) with a Description of a Simple Quantitative Method. *Amer.J.Med.Sci.* 220, 496, (1950).

- 34 CONN, J.W., L.H. LOUIS, M.W. JOHNSON and B. JOHNSON: Electrolyte Content of Thermal Sweat as an Index of Adrenal Cortical Function. *J.Clin.Invest.* 27, 529 (1948).
- 35 CORMIA, F.E. and V. KUYKENDALL: Studies on Sweat Retention in Various Dermatoses. *Amer.Med.Ass.Arch.Dermat.* 71, 425 (1955).
- 36 CUSTANCE, A.C.: Cycling of Sweat Gland Activity Recorded by a New Technique. *J.Appl.Physiol.* 17, 741 (1962).
- 37 DARIER, J.: *Dermatologie*, 5. Auflage. Hans Huber-Verlag, Bern 1949.
- 38 DARLING, R.C.: *Arch.Phys.Med.* 29, 150 (1948). Zit. nach 48, Fiedler, H.: *Der Schweiß*. Editio Cantor, Aulendorf/Wttbg. 1955.
- 39 DARROW, C.W.: Sensory, Secretory and Electrical Changes in the Skin Following Bodily Excitation. *J.exp.Psychol.* 10, 197 (1927).
- 40 DEGOS, R.: *Proc. 10th Internat. Congr. of Dermat., London 1955*. Zit. nach 148, Holzmann, H. et al.: Vergleichende Messungen der Feuchtigkeitsabgabe vom Herdbezirk und unveränderter Haut bei verschiedenen Hautkrankheiten. *Arch.klin.exper. Dermat.* 212, 312 (1961).
- 41 DEGOS, S.: *Dermatologie*. Flammarion, Paris 1954.
- 42 DOBSON, R.L. and W.C. LOBITZ: Some Histochemical Observations on the Human Eccrine Sweat Glands. II The Pathogenesis of Miliaria. *Amer.Med.Ass.Arch.Dermat.* 75, 653 (1957).
- 43 EBBECKE, U.: Arbeitsweise der Schweißdrüsen und sudomotorische Reflexe bei unmittelbarer Beobachtung mit Lupenvergrößerung. *Pflügers Arch.Physiol.* 253, 333 (1951).

- 44 EMPEDOKLES VON AGRIGENT (490-430 v.Chr.): Zit. nach Schumacher, J.: Antike Medizin. Walter de Gruyter-Verlag, Berlin 1963.
- 45 FALLON, R.H., C.A. MOYER: Rates of Insensible Perspiration through Normal, Burned, Tape Stripped and Epidermally Denuded Living Human Skin. Ann.Surg. 158, 15 (1963).
- 46 FAURE, J., R. BRAMERIE: Mesure de la résistance électrique de la peau et du réflexe psychogalvanique par une méthode électrique au cours d'états physiologiques divers. C.R.Soc.Biol. (Paris) 146, 85, (1952).
- 47 FELSHER, Z., ST. ROTHMAN: The insensible Perspiration of the Skin in Hyperkeratotic Conditions. J. Investigat. Dermat. 6, 271 (1945).
- 48 FIEDLER, H.: Der Schweiß. Editio Cantor, Aulendorf/Wttbg. 1955.
- 49 FLARER, F.: Boll.Soc.med.-chir., Pavia, 1 (1926). Zit. nach Perutz, A. in Jadassohn, J.: Hdb. der Haut- und Geschlechtskrankheiten V/1, S 216, Springer-Verlag, Berlin 1930.
- 50 FOX, T.: Brit.Med.J. 367 (1873). Zit. nach 107, Kortring, G.W. und G. Brehm: "Funktionsstörungen und Krankheiten der Schweißdrüsen" in Gottron, H.A. und W. Schönfeld: Dermatologie und Venerologie III/2, S 696-738. Georg Thieme-Verlag, Stuttgart 1959.
- 51 FOX, T. and HILTON: Bradykinin Formation in Human Skin as a Factor in Heat Vasodilatation. J. Physiol. 142, 219 (1958).
- 52 FRANKE, H.: Die Bedeutung und der Nachweis reflektorischer Krankheitszeichen in der Inneren Medizin. Wien. Klin. Wschr. 56/57, 735 (1943).

- 53 FRANKE,H.: Lexikon der Physik. Franckh'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart 1959.
- 54 GALEN (130-201 n.Chr.): Zit. nach 76,Heinrich,E.: Lehre von der Perspiratio insensibilis. Inaug.-Dissertation, Würzburg 1897, und zit. nach 158,Renbourn,E.T.: The Natural History of Insensible Perspiration: a Forgotten Doctrine of Health and Disease. Med.Hist.4,2,135(1960).
- 55 GALEOTTI,G. und N.M.MACRI: Über die Perspiratio insensibilis unter normalen und pathologischen Bedingungen. Biochem.Zschr.67,472(1915).
- 56 GANS,O. und G.K.STEIGLEDER: Histologie der Hautkrankheiten, Bd.1, 2.Aufl. Springer-Verlag, Berlin - Göttingen - Heidelberg 1955.
- 57 GARBI,W.S.: Über Talg- und Schweißsekretion bei der Schuppenflechte. Russk.vestn. dermat. Nr. 1,9(1924). Zit. nach Zbl.Haut-Geschl.krkh.16,673(1925).
- 58 VAN GASSELT,H.R.M. and R.R.VIERHOUT: Registration of the Insensible Perspiration of Small Quantities of Sweat. Dermatologica 127,255(1963).
- 59 GAUL,E. and G.B.UNDERWOOD: Relation of Dew Point and Barometric Pressure to Chapping of Normal Skin. J.Investigat.Dermat.19,9(1952).
- 60 GLADSTONE,R.: A Group Test of Palmar Sweat. J.Gen.Psychol. 48,29(1953).
- 61 GOLDSCHIEDER: Über die physiologischen Grundlagen der physikalischen Therapie. Münch.Med.Wschr. S 2557 (1906).
- 62 GREITHER,A.: "Krampfadern und variköser Symptomenkomplex" in Gottron,H.A. und W.Schönfeld: Dermatologie und Venerologie III/1, S 212. Georg Thieme-Verlag, Stuttgart 1959.

- 63 GREUER, W. und L. PEUKERT: Eine Methode zur Messung der Feuchtigkeitsabgabe der menschlichen Haut durch Widerstandsmessungen eines Halbleiters. Arch.Dermat.Syph. (Berlin) 179, 410 (1939).
- 64 GROLLMAN, A.: Clinical Physiology. The Blakiston Division, Mc Graw-Hill Book Company Inc., New York - Toronto - London 1957.
- 65 GUTTMANN, L.: Ein neues einfaches colorimetrisches Verfahren zur Untersuchung der Schweißdrüsenfunktion. Klin.Wschr. 16. Jg., S 1212 (1937).
- 66 GUTTMANN, L.: Zit. nach 67, Halter, K. (s.u.).
- 67 HALTER, K.: Zur Prüfung vegetativer Funktionen bei Dermatosen. Arch.Dermat.Syph. (Berlin) 191, 134 (1950).
- 68 HARASHIMA, S. und M. KURATA: Seasonal Variation of Insensible Perspiration in Man. Jap.J.Physiol. 8, 275, (1958).
- 69 HARDY, D. J., A. T. MILHORAT, E. F. DU BOIS: Basal Metabolism and Heat Loss of Young Woman at Temperatures from 22°C to 35°C. J.Nutrit. 21, 383 (1941).
- 70 HEERD, E.: Eine Methode zur fortlaufenden Messung der Perspiratio insensibilis kleiner Hautflächen. Inaug.-Dissertation, Frankfurt am Main 1959.
- 71 HEERD, E.: Der insensible Kontakt des Menschen mit seiner Umwelt - gezeigt am Wasserdampfaustausch durch die Epidermis. Med.Welt Nr. 30, S 1722 (1965).
- 72 HEERD, E. und K. OHARA: Über den Mechanismus der Wasserdampf-abgabe der menschlichen Haut. Pflügers Arch. Physiol. 272, 25 (1960).
- 73 HEERD, E. und K. OHARA: Ein Gerät zur ununterbrochenen Messung der Perspiratio insensibilis kleiner Hautflächen. Pflügers Arch. Physiol. 272, 237 (1961).

- 74 HEERD,E. und K.OHARA: Untersuchungen über die Wasserdampfabgabe kleiner Hautflächen beim Menschen: Die Abhängigkeit vom Wasserdampfdruck in der umgebenden Luft bei normaler Hauttemperatur. Pflügers Arch.Physiol.276,32(1962).
- 75 HEGGLIN,R.: Differentialdiagnose innerer Krankheiten, S 560. Georg Thieme-Verlag, Stuttgart 1963.
- 76 HEINRICH,E.: Lehre von der Perspiratio insensibilis. Inaug.-Dissertation, Würzburg 1897.
- 77 HELLON,R.F. and A.R.LIND: Observations on the Activity of Sweat Glands with Special Reference to the Influence of Ageing. J.Physiol.133,132(1956).
- 78 HENSEL,H.: Thermoregulation in 137, Monnier,M.: Physiologie und Pathophysiologie des vegetativen Nervensystems, Bd.I Hippokrates-Verlag, Stuttgart 1963.
- 79 HERRMANN,F. und J.H.KIM: Über den Hof um die psoriatische Papel (2.Mitteilung); Verminderung des Schweißes auf der Hautoberfläche. Dermat.Wschr.148, 64(1963).
- 80 HERRMANN,F., S.D.MORRILL und M.B.SULZBERGER: "Dyshidrosiforme Eruptionen" und Schweißorgan. Hautarzt 9,60 (1958).
- 81 HERRMANN,F., P.H.PROSE, M.B.SULZBERGER: Studies on Sweating-Studies of Quantity and Distribution of Thermogenic Sweat Delivery to the Skin. J.Investigat.Dermat.18,71(1952).
- 82 HERRMANN,F., P.H.PROSE and M.B.SULZBERGER: The Effect of Sweat on the Quantity of Ether-Soluble Substances of the Skin. J.Investigat.Dermat. 21,397(1953).

- 83 HERRMANN, F., P.H.PROSE, M.B.SULZBERGER, L.MANDOL and G.MEDOFF: Studies on Sweating - A New Quantitative Method of Assaying Sweat-Delivery to Circumscribed Areas of the Skin Surface. *J.Investigat.Dermat.*17, 241(1951).
- 84 HILDEBRANDT, G., P.ENGELBERTZ, G.HILDEBRANDT-EVERS: Physiologische Grundlagen für eine tageszeitliche Ordnung der Schwitzprozeduren. *Zschr.klin.Med.* 152, 446(1954).
- 85 HÖNES, F.: Zur Abhängigkeit der Hautwasserabgabe vom jeweiligen Hautzustand. Inaug.-Dissertation, Tübingen 1966.
- 86 HOLZMANN, H., G.W.KORTING, CH.OEHMICHEN: Vergleichende Messung der Feuchtigkeitsabgabe von Herdbezirk und unveränderter Haut bei verschiedenen Hautkrankheiten. *Arch.klin.exp.Dermat.*212, 312(1961).
- 87 HYBAŠEK: *Česk.dermat.* 31, 241(1956). Zit. nach 217, Tronnier, H., H.Bussius, I.Vollbrecht: Über die Messung der Feuchtigkeitsabgabe der menschlichen Haut. *Parfümerie und Kosmetik* 42, 13(1961).
- 88 ITO, T. und K.IWASHIGA: Zytologische Untersuchungen über die ekkrinen Schweißdrüsen der menschlichen Achselhaut mit besonderer Berücksichtigung der apokrinen Sekretion derselben. *Okajimas fol. anat. Jap.* 23, 187(1951).
- 89 JACOBI, O.: Die Nägel des lebenden Menschen und die Perspiratio insensibilis. *Arch.klin.exper.Dermat.* 214, 559(1962).
- 90 JORES, A.: Perspiratio insensibilis I. *Zschr.exper.Med.* 71, 170(1930).
- 91 JORES, A.: Perspiratio insensibilis II. Über die Beziehung zwischen renaler und extrarenaler Wasserausscheidung. *Zschr.exper.Med.* 74, 757(1930).

- 92 JÜRGENSEN, E.: Mikrobeobachtungen der Schweißsekretion der Haut des Menschen unter Kontrastfärbung. Dtsch.Arch.klin.Med.144,193(1924).
- 93 JÜRGENSEN, E.: Mikrobeobachtungen der Schweißsekretion der Haut des Menschen unter Kontrastfärbung. Dtsch.Arch.klin.Med.144,248(1924).
- 94 JUZELEVSKIJ: Sovet.Psychonevr.9,94. Zit. nach 63, Greuer, W. und L.Peukert: Eine Methode zur Messung der Feuchtigkeitsabgabe der menschlichen Haut durch Widerstandsmessung eines Halbleiters. Arch.Dermat.Syph.(Berlin) 179,410(1939).
- 95 KADATZ, R.: Ein Verfahren zur Untersuchung der Pharmakologie der Schweißdrüsen des Menschen. Naunyn-Schmiedebergs Arch.exper.Path.Pharmak.210,159 (1950).
- 96 KAPOSI, M.: Zit. nach Brill, E.H.: Die experimentellen und klinischen Grundlagen zum neuropathischen Typ des Ekzems. Arch.Dermat.Syph. (Berlin) 150,529(1926).
- 97 KARITZKY, B.: Vegetative Belastung und Schweißfunktion. Zschr.inn.Med.2,555(1947).
- 98 KAUFMANN, W. und A.LÜTCHE: Zum Mechanismus der Hautwasserabgabe. Arch.physik.Therap. 7. Jg.,394(1955).
- 99 KENNARD, D.W.: The Nervous Regulation of the Sweating Apparatus of the Human Skin, and Emotive Sweating in Thermal Sweating Areas. J.Physiol.(London), 165,457(1963).
- 100 KERNEN, R.: Expériences sur la transpiration, 6e communication. A propos de la transpiration au niveau de quelques lésions dermatologiques. Dermatologica 106,395(1953).

- 101 KLAPPICH, H.: Zschr. exper. Med. 103, 363 (1938). Zit. nach Schölmerich, P. und G. Hildebrandt: Über Probleme der Hautwasserabgabe und Methoden ihrer Bestimmung. Zschr. exper. Med. 115, 558 (1950).
- 102 KLEINSCHMIDT, W.: Die Schweißabsonderung bei Psoriasis. Med. Klin. 34, 583 (1938).
- 103 KLEITMAN, N. and A. RAMSAROOP: Periodicity in Body Temperature and Heart Rate. Endocrinol. 43, 1 (1948).
- 104 KORTING, G. W.: Zur Pathogenese des endogenen Ekzems. Georg Thieme-Verlag, Stuttgart 1954.
- 105 KORTING, G. W.: Zit. nach 198, Stuttgart, G.: Die normale und pathologische Physiologie der Haut. Gustav Fischer-Verlag, Stuttgart 1965.
- 106 KORTING, G. W.: Einige Wesenszüge des endogenen Ekzematisikers. Dtsch. med. Wschr. 85, 417 (1960).
- 107 KORTING, G. W. und G. BREHM: Funktionsstörungen und Krankheiten der Schweißdrüsen; in Gottron, H. A. und W. Schönfeld: Dermatologie und Venerologie III/2, 696-738; Georg Thieme-Verlag, Stuttgart 1959.
- 108 KREIBICH, C.: in Jadassohn, J.: Hdb. der Haut- und Geschlechtskrankheiten VI/1, S 178; Springer-Verlag, Berlin 1934.
- 109 KRITON: "Kosmetika". Zit. nach Jadassohn, J.: Hdb. der Haut- und Geschlechtskrankheiten XIV/2, S 44; Springer-Verlag, Berlin 1928.
- 110 KUNO, Y.: Human Perspiratio. Charles C. Thomas, Springfield 1956.
- 111 KUNO, Y. and K. IKEUCHI: On the Regional Differences of the Perspiration on the Surface of the Human Body. J. Orient. Med. 7, 106 (1927).
- 112 LANDOLT-BÖRNSTEIN: Physikalisch-Chemische Tabellen, 2. Bd.; Springer-Verlag, Berlin 1923.

- 113 LAVOISIER, A.L. et M.SEGUIN: Mémor. de l'Acad. des sciences (Paris) 601(1790).
- 114 LICHTGARN, F.: A New Method of Measuring Relative Humidity. Instruments 20, 336(1947).
- 115 LIST, D.F.: Physiology of Sweating. Ann.Rev.Physiol. 10, 387(1948).
- 116 LLOYD, D.P.: Action Potential and Secretory Potential of Sweat Glands. Proc.Nat.Acad.Sci.USA (Washington) 47, 358(1961).
- 117 LOEB, L., R.SCHUPPLI, G.ZIEGLER: Haut und vegetatives Nervensystem; in 137, Monnier, M.: Physiologie und Pathophysiologie des vegetativen Nervensystems, Bd.1. Hippokrates-Verlag, Stuttgart, 1963.
- 118 LOEWENTHAL, L.J.A.: The Human Eccrine Sweat Gland Ampulla. J.Investigat.Dermat.34, 233(1960).
- 119 LOEWY, A.: Untersuchungen über die physikalische Hautwasserabgabe. Biochem.Zschr.67, 243(1914).
- 120 LOEWY, A.: Über insensible Perspiratio. Klin.Wschr. 4.Jg., Nr.17, 829(1925).
- 121 LOEWY, A. und W.WECHSELMANN: Zur Physiologie und Pathologie des Wasserwechsels und der Wärmeregulation seitens des Hautorgans. Virchows Arch.path.Anat. 206, 79(1911).
- 122 LÜCK, W.: Feuchtigkeit; Grundlagen, Messen, Regeln. R. Oldenbourg-Verlag, München - Wien 1964.
- 123 LÜTCKE, A., F.W.KLUSSMANN, W.KAUFMANN: Der insensible Gewichtsverlust als Funktion der Umweltbedingungen. Die Hautwasserabgabe des Hundes im Indifferenzbereich. Pflügers Arch.Physiol. 265, 575 (1958).

- 124 LÜTCKE,A., F.W.KLUSSMANN, W.KAUFMANN: Die Regulation der evaporativen Wasserabgabe im thermoindifferenten Bereich. Arch,physik.Therap. 11,59(1959).
- 125 LUTZ,W.: Lehrbuch der Haut- und Geschlechtskrankheiten, S. Karger-Verlag, Basel 1951.
- 126 MAC KINNON,P.C.B. and I.L. MAC KINNON: Seasonal Sweating. Nature 177,799(1956).
- 127 MALI,J.W.H.: Influence of Generalized Inflammation of the Skin on the Surface Temperature and on the Water. Dermatologica 104,19(1952).
- 128 MALI,J.W.H.: The Transport of Water through the Human Epidermis. J.Investigat.Dermat.27,451(1955).
- 129 MALPIGHI,M.: De externo tactus organo exercitatio epistolica, Neapel 1664. Zit. nach Jadassohn,J.: Hdb. der Haut- und Geschlechtskrankheiten XIV/2, Springer-Verlag, Berlin 1928.
- 130 MANUILA,L.: Traitement médicamenteux local de la transpiration axillaire. Dermatologica 100,304(1950).
- 131 MANUILA,L. und H.ISLER: Nouveau test de transpiration. Dermatologica 102,302(1951).
- 132 MATHEY,H.-G.: Die Behandlung vegetativ-funktioneller Syndrome mit 7-Chlor-1,3-dihydro-3-hydroxy-5-phenyl-2H-1,4-benzodiazepin-2-on. Arzneimittelforschung 15,374(1965).
- 133 MINOR,V.: Ein neues Verfahren zu der klinischen Untersuchung der Schweißabsonderung. Dtsch.Zschr.Nervenhk. 101,302(1928).
- 134 MITCHELL,J.C., J.FORSTNER: Eccrine Function in Psoriasis Inversus. Canad.Med.Ass.J. 87,1093(1962).
- 135 MOBERG,E.: Objective Methode for Determining the Functional Value of Sensibility in the Hand. J.Bone Surg. 40,454(1958).

- 136 MONASH,S. and H.BLANK: Location and Re-Formation of the Epithelial Barrier to Water Vapor. Amer.Med. Ass.Arch.Dermat. 78,710(1958).
- 137 MONNIER,M.: Physiologie und Pathophysiologie des vegetativen Nervensystems, Bd. 1. Hippokrates-Verlag Stuttgart 1963.
- 138 MONTAGNA,W., H.CHASE, H.P.MELARAGNO: Histology and Cytochemistry of Human Skin. 4.) The Eccrine Sweat Glands. J.Investigat.Dermat. 20,415(1953).
- 139 MOOG,O.: Die Bedeutung des Zustandes der Haut für die unmerkliche Hautwasserabgabe. Zschr.exper.Med. 42,449(1924).
- 140 MOOG,O.: Neuere Untersuchungen über die Perspiratio insensibilis. Verh.dtsch.Ges.Inn.Med.38,299(1926).
- 141 MUGGIA,A.: Arch.sc.med.46,376(1924). Zit. nach Rothman,St.: Über die Wirkung des UV-Lichtes auf die unmerkliche Wasserabgabe der Haut. Strahlenther. 35,381(1930).
- 142 NAKAYAMA,T. and K.TAKAGI: Peripheral Effector Mechanism of Galvanic Skin Reflex. Minute Pattern of Human Perspiration Observed by a Continuously Recording Method. Jap.J.Physiol.9,359(1959).
- 143 NETSKY,M.G.: Studies on Sweat Secretion in Man. I. Innervation of the Sweat Glands of the Upper Extremity; Newer Methods of Studying Sweat. Arch.Neurol.Psychiatr.60,279(1948).
- 144 O'BRIEN,J.P.: The Etiology of Poral Closure. J.Investigat. Dermat.15,95,102(1950).
- 145 ODEN,S. and B.v.HOFSTEN: Detection of Finger Prints by the Ninhydrin Reaction. Nature 173,449(1954).
- 146 OHARA,K. et al.: Fluctuations in Insensible Perspiration. Jap.J.Physiol. 13,442(1963).

- 147 ONKEN, H.D. and C.A. MOYER: The Water Barrier in Human Epidermis. *Amer. Med. Ass. Arch. Dermat.* 87, 584 (1963).
- 148 PAPA, C.M.: A New Technique to Observe and Record Sweating. *Arch. Dermat. (Chicago)* 88, 732 (1963).
- 149 PINSON, E.A.: Water Exchanges and Barriers as Studied by the Use of Hydrogen Isotopes. *Physiol. Rev.* 32, 123 (1952).
- 150 PINSON, E.A. and E.J. ADOLPH: Heat Exchanges during Recovery from Experimental Deficit of Body Heat. *Amer. J. Physiol.* 136, 105 (1942).
- 151 PIRLET, K.: Individual Differences in Skin Perspiration and its Significance in Heat Regulation. *Arch. physik. Therap.* 11, 378 (1959).
- 152 PIRLET, K.: Individual Differences in Skin Perspiration and its Significance in Heat Regulation. *Pflügers Arch. Physiol.* 270, 48 (1959).
- 153 PONTEN, B.: Quantitative Measurements of Sweat Gland Activity Using the Ninhydrin Method. *Acta physiol. Scand.* 48, 20 (1960).
- 154 QUINCKE, H.: Über die Perspiration bei Hautkranken. *Dermat. Zschr.* 1, 330 (1894).
- 155 RANDALL, W.C.: Local Sweat Gland Activity Due to Direct Effects of Radiant Heat. *Amer. J. Physiol.* 150, 365 (1947).
- 156 RATSCHOW, M.: Morbus Raynaud. *Acta neuroveget.* 21, 197 (1960).
- 157 REIN-SCHNEIDER: Einführung in die Physiologie des Menschen. Springer-Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg 1964, 15. Aufl.
- 158 RENBOURN, E.T.: The Natural History of Insensible Perspiration: a Forgotten Doctrine of Health and Disease. *Med. Hist.* 4, 2, 135 (1960).

- 159 ROBITZSCH,M.: Die Genauigkeit der psychrometrischen Feuchtigkeitbestimmung bei verschiedenen Temperaturen und Barometerständen. Ann.hydrograf. marit.Meteor., S 319(1939).
- 160 ROCCHINI,G.: La perspiratio insensibilis negli stati edematosi. Clin.med.Ital. 68,399(1937).
- 161 ROSENBERG,E.W., H.BLANK, S.RESNIK: Sweating and Water Loss through the Skin. Studies Using an Electrical Humidity Sensor. J.Amer.Med.Ass.179,809(1962).
- 162 ROTHMAN,St.: Über die Wirkung des UV-Lichtes auf die unmerkliche Wasserabgabe der Haut. Strahlenther. 35,381(1930).
- 162 ROTHMAN,St.: Zusammenhang der Verhornung mit der insensiblen Perspiration; 2.Jahresversammlung der Ungar. Dermat. Gesellschaft, Budapest 1930. Zbl.Haut- und Geschl.Krkh. 37,30(1931).
- 164 ROTHMAN,St.: Physiology and Biochemistry of the Skin. Univ.Chicago Press, Chicago/III. 1955.
- 165 ROTHMAN,St. and Z.FELSHER: The Physiology of the Skin. Ann.Rev.Physiol. 8,131(1946).
- 166 ROVENSKY,J. und M.TOMAN: Eine colorimetrische Kontaktmethode zur Messung der insensiblen Hautperspiration. Hautarzt 13.Jg., Heft 10, S 464-467.
- 167 RUTENFRANZ,J.: Der Widerstand der Haut gegenüber schwachen elektrischen Strömen. Hautarzt 9.Jg., Heft 7, 289(1958).
- 168 SANTORIO (SANCTORIUS): Ars de statica medicina sectionibus aphorismorum septem comprehensa. Venedig 1614. Zit. nach 76, Heinrich,E.: Die Lehre von der Perspiratio insensibilis, Inaug.-Dissertation, Würzburg 1897 und zit. nach 158, Renbourn,E.T.: The Natural History of Insensible Perspiration: a Forgotten Doctrine of Health and Disease, Med.Hist. 4,2,135(1960).

- 169 SCHARLING, E.A.: Fortsetzung der Versuche zur Bestimmung der Kohlensäuremenge, welche der Mensch in 24 Stunden ausatmet. J.prakt.Chem.36, 454(1845).
- 170 SCHIERBECK, N.P.: Eine Methode zur Bestimmung der Ventilation durch die Kleidung. Arch.Hyg.16, 203(1893).
- 171 SCHLIACK, H.: On the Problem of Innervation of the Sweat Glands. Nervenarzt 32, 421(1962).
- 172 SCHMID, U.: Expériences sur la transpiration. Dermatologica 128, 223(1964).
- 173 SCHMIDT-KESSEN, W.: Sweat Secretion after Drinking Warm or Cold Water. Arch.physik.Therap.13, 429(1961).
- 174 SCHÖLMERICH, P. und P.ENGELBERTZ: Über die Perspirationsgröße umschriebener Hautbezirke. Dtsch.Arch.klin.Med.198, 22(1951).
- 175 SCHÖLMERICH, P. und G.HILDEBRANDT: Über Probleme der Hautwasserabgabe und Methoden ihrer Bestimmung. Zschr.exper.Med.115, 558(1950).
- 176 SCHÖLMERICH, P. und G.HILDEBRANDT: Über Mechanismen und Regulation der Hautwasserabgabe. Zschr.exper.Med.117, 17(1951).
- 177 SCHÖNFELD, W., W.SCHNEIDER: Lehrbuch der Haut- und Geschlechtskrankheiten. Georg Thieme-Verlag, Stuttgart 1965.
- 178 SCHULZE, W.: Grundsätzliche Fragen aus dem Gebiete der Physiologie der Haut. Wasserdiffusion und perkutane Resorption. Fette, Seifen, Anstrichmittel, 65.Jg., Nr. 9 (1963).
- 179 SCHWARTZ, I.L., J.H.THAYSEN, V.P.DOYLE: Urea Excretion in Human Sweat as a Tracer for Movement of Water within the Secreting Gland. J.Exper.Med.97, 429(1953).

- 180 SCHWENKENBECHER, A.: Über die Ausscheidung des Wassers durch die Haut von Gesunden und Kranken. Dtsch.Arch.klin.Med. 79, 29(1903).
- 181 SCHWENKENBECHER, A.: Die pathologischen Störungen der Hautsekretion; in Krehl-Marchand: Hdb. der Allgemeinen Pathologie II/2. Leipzig 1913.
- 182 SCHWENKENBECHER, A.: Die insensible Schweißabsonderung. Klin.Wschr.Nr.5, 202(1925).
- 183 SCHWENKENBECHER, A.: Die Wasserabgabe der Haut bei hydropischen Zuständen. Verh.dtsch.Ges.Inn.Med. 38, 301(1926).
- 184 SECKENDORF, R., W.C.RANDALL: Thermal Reflex Sweating in Normal and Paraplegic Man. J.Appl.Physiol. 16, 796(1961).
- 185 SHELLEY, W.B.: Dyshidrosis (Pompholyx). Arch.Dermat.Syph. (Chicago) 68, 314(1953).
- 186 SHELLEY, W.B. and R.P.ARTHUR: Biochemical and Physiological Clues to the Nature of Psoriasis. Amer.Med. Ass.Arch.Dermat. (Chicago) 78, 14(1958).
- 187 SHELLEY, W.B., P.N.HORVATH, F.D.WEIDMANN and D.M.PILLSBURY: Experimental Miliaria in Man. J.Investigat. Dermat. 11, 275(1948).
- 188 SHIMODA, J. und TOTTORI: Symposion über Stoffwechsel und vegetative Regulationszentren, Bonn, August 1965. Med.Welt Nr. 47, 2664(1965).
- 189 SIMON, P.: Elektronische Messung der Hautfeuchtigkeitsabgabe bei peripheren sensiblen Nervenschädigungen (Vorläufige Mitteilung über einen neuen objektiven Sensibilitätstest). Arch.orthop.Unfallchir. 55, 233(1963).
- 190 SIVADJIAN, J.: Physiology and Topography of the Sweat Glands (Hygrophotographical Studies). Dermatologica 122, 460(1961).

- 191 SIVADJIAN, J.: Hygrophotographische Untersuchungen kosmetischer Mittel, insbesondere Antihidrotika. Parfümerie und Kosmetik, 46.Jg., Nr. 6, 162 (1965).
- 192 SLEEGERS, J.F.G.: The Mechanism of Sweat Secretion. Pflügers Arch. Physiol. 279, 265 (1964).
- 193 SODEMAN, W.A.: Pathologic Physiology, S 84. W.B. Saunders Company, Philadelphia-London 1956.
- 194 SODEMAN, W.A. and G.E. BURCH: Regional Variations in Water-loss from Skin of Diseased Subjects Living in Subtropical Climate. J. Clin. Invest. 23, 37 (1944).
- 195 STAUDT, N.: Die Perspiratio Insensibilis unter physiologischen Bedingungen. Inaug.-Dissertation, Mainz 1962.
- 196 STENSEN, N.: Zit. nach 107, Korting, G.W. und G. Brehm: Funktionsstörungen und Krankheiten der Schweißdrüsen; in Gottron, H.A. und W. Schönfeld: Dermatologie und Venerologie III/2, 696-738; Georg Thieme-Verlag, Stuttgart 1959.
- 197 STREMPPEL, R.: Zur Ätiologie und Pathogenese der Dyshidrosis. Hautarzt 7, 241 (1956).
- 198 STÜTTGEN, G.: Die normale und pathologische Physiologie der Haut. Gustav Fischer-Verlag, Stuttgart 1965.
- 199 SULZBERGER, M.B.: The Clinical Significance of Certain Disturbances in Sweating. Dermatologica 112, 161 (1956).
- 200 SULZBERGER, M.B. and F. HERRMANN: Some New Observations on the Biology of the Skin Surface. Amer. Med. Ass. Arch. Dermat. 81, 235 (1960).
- 201 SULZBERGER, M.B., F. HERRMANN, R. KELLER and B.V. PISHA: Studies of Sweating - On the Urticariogenic Properties of Human Sweat. J. Investigat. Dermat. 21, 293 (1953).

- 202 SULZBERGER, M.B., F.HERRMANN, F.G.ZAK: Studies of Sweating - I Preliminary Report with Particular Emphasis on a Sweat Retention Syndrome. J.Investigat.Dermat. 9,221(1947).
- 203 SZAKALL, A.: Über die Morphologie und Physiologie der Wasserbarriere in der lebenden menschlichen Epidermis. Pflügers Arch.Physiol.266,16(1957).
- 204 SZAKALL, A.: Experimentelle Daten zur Klärung der Funktion der Wasserbarriere in der Epidermis des lebenden Menschen. Berufsdermatosen 6,171(1958).
- 205 SZAKALL, A.: Über die Funktion des Stratum corneum conjunctum der Haut als Wasserbarriere beim lebenden Menschen; Die Rolle der Lipide. Fette, Seifen, Anstrichmittel 61,774(1959).
- 206 TASHIRO, G., M.WADA, M.SAKURAI: A Bromphenol Blue Method for Visualizing Sweat at the Openings of the Sweat Ducts. J.Investigat.Dermat. 36,3(1961).
- 207 THAUER, R., G.ZÖLLNER, W.KAUFMANN: Der insensible Gewichtsverlust als Funktion der Umweltbedingungen. Der Anteil von Atmung und Haut an der Gesamtperspiration. Pflügers Arch.Physiol.260,1(1954).
- 208 THEOPHRAST VON EPHESES (372-287 v.Chr.): Über den Schweiß. Zit. nach Richter, P.: Geschichte der Dermatologie; in Jadassohn, J.: Hdb. der Haut- und Geschlechtskrankheiten XIV/2. Springer-Verlag Berlin 1928.
- 209 THIELE, F.A.J. and K.SCHUTTER: A New Micro Method for Measuring the Water Balance of the Human Skin: Salt Crystal Method. I Apparatus. J.Investigat.Dermat. 39,95(1962).
- 210 THIELE, F.A.J. and K.SCHUTTER: A New Micro Method for Measuring the Water Balance of the Human Skin: Salt Crystal Method. II Methodology and Calculation. J.Investigat.Dermat. 39,105(1962).

- 211 THIELE, F.A.J. und K.SCHUTTER: Das Wasserbindungsvermögen der menschlichen Haut.
Fette, Seifen, Anstrichmittel 64, 625 (1962).
- 212 THIES, W.: Über die Morphologie des vegetativen Nervensystems in der menschlichen Haut nebst Untersuchungen über neuropathologische Veränderungen bei verschiedenen Hautkrankheiten. Zschr. Haut- u. Geschl.-Krkh. 27, 359 (1959).
- 213 TREMOLIERES, J., J.CROS, J.CARTON: Mesure de la perspiration insensible et de la température cutanée dans l'obésité. Arch.sc.physiol.(Paris) 16, 71 (1962).
- 214 TRONNIER, H.: Zur Perspiratio und ihrer Bedeutung.
Med.Welt Nr.34, 1765 (1964).
- 215 TRONNIER, H.: Über die sogenannten Beinleiden und ihre Behandlung unter besonderer Berücksichtigung interner Therapiemöglichkeiten.
Med.Welt Nr.36, 2051 (1965).
- 216 TRONNIER, H.: Über Lichtdermatosen und ihre Therapie.
Therapiewoche 16, 171 (1966).
- 217 TRONNIER, H.; H.BUSSIUS; I.VOLLBRECHT: Über die Messung der Feuchtigkeitsabgabe der menschlichen Haut.
Parfümerie und Kosmetik 42, 13 (1961).
- 218 URBACH, E.: Beiträge zu einer physiologischen und pathologischen Chemie der Haut; II. Mitteilung: Der Wasser-, Kochsalz-, Reststickstoff- und Fettgehalt der Haut in der Norm und unter pathologischen Verhältnissen.
Arch.Dermat.Syph.(Berlin) 156, 73 (1928).
- 219 WADA, M. and T.TAKAGAKI: A Simple and Accurate Method for Detecting the Secretion of Sweat.
Tohoku J.Exper.Med. 49, 284 (1948).

- 220 WAGENER, H.H.: Neue Methode zur fortlaufenden Feuchtigkeitsmessung. *Helvet.physiol.pharmacol.acta* 18, C 3 (1960).
- 221 WEBB, P., L.N.GARLINGTON, M.H.SCHWARZ: Insensible Weight Loss at High Skin Temperatures. *J.Appl.Physiol.* 11, 1, 41 (1957).
- 222 WHITEHOUSE, A.G.R., W.HANCOCK, J.S.HALDANE: The Osmotic Passage of Water and Gases through the Human Skin. *Proc.Roy.Soc. of London, Ser. B* 111, 412 (1932).
- 223 WINSLOW, C.-E.A., L.P.HERRINGTON, A.P.GAGGE: The Influence of the Air Movement upon Heat Losses from the Clothed Human Body. *Amer.J.Physiol.* 127, 505 (1939).
- 224 ZÖLLNER, G. und R.THAYER: Der insensible Gewichtsverlust als Funktion der Umweltbedingungen. Seine Abhängigkeit vom Wasserdampfdruck der Luft in Lufttemperaturen oberhalb des Indifferenzbereiches. *Pflügers Arch.Physiol.* 259, 281 (1954).
- 225 ZÖLLNER, G., R.THAYER, W.KAUFMANN: Der insensible Gewichtsverlust als Funktion der Umweltbedingungen. Die Abhängigkeit der Hautwasserabgabe von der Hauttemperatur bei verschiedenen Temperaturen und Wasserdampfdrücken der umgebenden Luft. *Pflügers Arch.Physiol.* 260, 261 (1955).
- 226 ZÖLLNER, G., R.THAYER, W.KAUFMANN: Der insensible Gewichtsverlust als Funktion der Umweltbedingungen. Der Wasserdampfdruck der Hautoberfläche und die Wasserdurchgangszahl der Haut in Abhängigkeit von Temperatur und Wasserdampfdruck der umgebenden Luft im thermoindifferenten Bereich. *Pflügers Arch.Physiol.* 261, 189 (1955).

Herrn Dozent Dr. med. H. Tronnier
danke ich für die Hilfe
bei allen Problemen dieser Arbeit.

Lebenslauf

Am 14. März 1941 wurde ich, Walter Fröscher, als Sohn des Kaufmanns Julius Fröscher und seiner Ehefrau Emma, geb. Wanner, in Biberach an der Riß geboren. Dort besuchte ich von 1947 bis 1951 die Grundschule und anschließend das Wieland-Gymnasium, an dem ich im März 1960 die Reifeprüfung bestand.

Vom 4. April 1960 bis zum 31. März 1961 leistete ich den Grundwehrdienst bei der Sanitätstruppe ab.

Im Sommersemester 1961 begann ich das Medizinstudium an der Eberhard-Karls-Universität in Tübingen und legte dort 1963 die ärztliche Vorprüfung ab. Im Wintersemester 1963/64 und im Sommersemester 1964 studierte ich an der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität in Bonn, dann bis zum Staatsexamen im Frühjahr 1967 wieder in Tübingen.

